

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



PROPUESTA DIDACTICA PARA ADECUAR LA ASIGNATURA  
DE CIENCIA DE LOS MATERIALES DE LA CARRERA DE  
INGENIERO INDUSTRIAL ADMINISTRADOR DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA UANL, PARA  
IMPLEMENTARLA EN LA MODALIDAD A DISTANCIA  
UTILIZANDO MATERIAL DIDACTICO IMPRESO

POR

Q.F.B. ROSA ELENA MATA MARTINEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
DE MAESTRIA EN ENSEÑANZA SUPERIOR

Marzo de 2003

PROPUESTA DIDACTICA PARA ADECUAR LA ASIGNATURA DE QUIMICA DE LA CARRERA

DE INGENIERO INDUSTRIAL ADMINISTRADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA UJAM,  
PARA IMPLEMENTARLA EN LA MODALIDAD A DISTANCIA UTILIZANDO MATERIAL IMPRESO

R. E. AA. AA.

TM

Z7125

FEL

2003

M3



1020148494



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**PROPUESTA DIDACTICA PARA ADECUAR LA ASIGNATURA  
DE CIENCIA DE LOS MATERIALES DE LA CARRERA DE  
INGENIERO INDUSTRIAL ADMINISTRADOR DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA UANL, PARA  
IMPLEMENTARLA EN LA MODALIDAD A DISTANCIA**

**UTILIZANDO MATERIAL DIDACTICO IMPRESO**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN**

®

**POR**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**  
**Q.F.B. ROSA ELENA MATA MARTINEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
DE MAESTRIA EN ENSEÑANZA SUPERIOR**

**Marzo de 2003**

212 183

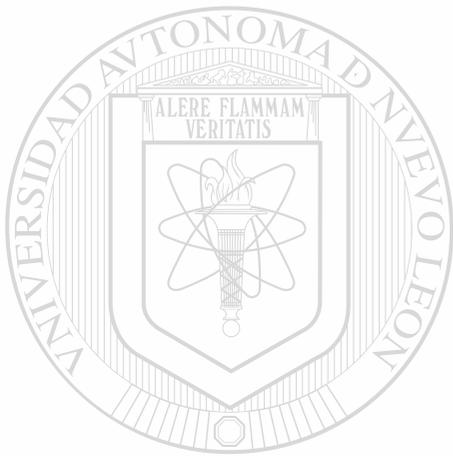
TH

27 25

1 L

20 3

• M3



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**FONDO  
TESIS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA ADECUAR LA ASIGNATURA DE  
CIENCIA DE LOS MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERO  
INDUSTRIAL ADMINISTRADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
QUÍMICAS DE LA UANL, PARA IMPLEMENTARLA EN LA MODALIDAD  
A DISTANCIA UTILIZANDO MATERIAL DIDÁCTICO IMPRESO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

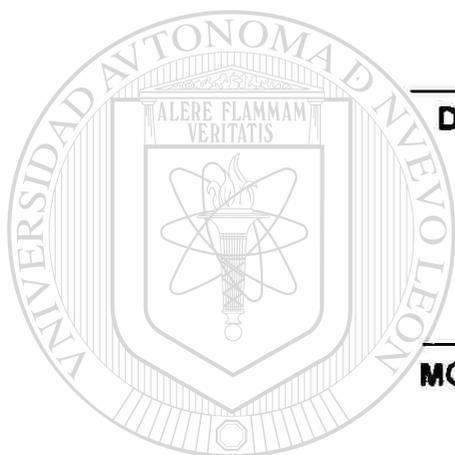
Por  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**QFB. ROSA ELENA MATA MARTÍNEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA SUPERIOR**

**Marzo de 2003**

**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA ADECUAR LA ASIGNATURA DE  
CIENCIA DE LOS MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERO  
INDUSTRIAL ADMINISTRADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
QUÍMICAS DE LA UANL, PARA IMPLEMENTARLA EN LA MODALIDAD  
A DISTANCIA UTILIZANDO MATERIAL DIDÁCTICO IMPRESO**



---

**DRA. MARISEL OLIVO CALVO**  
Asesor de Tesis

---

**MC. ROGELIO CANTÚ MENDOZA**  
Subdirector de Postgrado

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**MC. GABRIELA A. ELIZONDO REGALADO**  
Comisión de Tesis

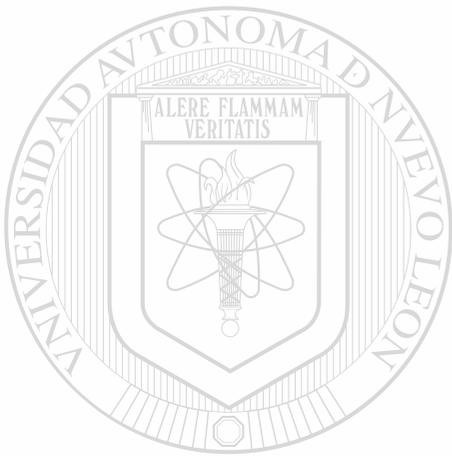
---

**MC. MARIA MARTINA LEAL GARZA**  
Comisión de Tesis

## DEDICATORIA

A mi esposo Miguel, a mi hija Jessy y a mis padres Raquel y Rodolfo...

¡MUCHAS GRACIAS!



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
<b>Capítulo 1</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
1 1 Caracterización del problema .....	1
1 2 Definición del problema .....	7
1 3 Delimitación del problema .....	7
1 4 Justificación del problema .....	7

### Capítulo 2

#### **EDUCACIÓN A DISTANCIA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN Y LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS** .....

2 1 Reseña Histórica .....	9
2 2 Referencias de otros proyectos.....	16
2 3 La Universidad Autónoma de Nuevo León y la Educación a Distancia .....	18
2 4 La Facultad de Ciencias Químicas y la Educación a	

---

Distancia .....	25
-----------------	----

2 4 1 Historia .....	26
----------------------	----

2 4 2 Antecedentes .....	28
--------------------------	----

2 4 3 Objetivo .....	29
----------------------	----

2 5 Ingeniero Industrial Administrador .....	32
--	----

2 5 1 Objetivo .....	32
----------------------	----

2 5 2 Visión .....	32
--------------------	----

2 5 3 Perfil del egresado .....	32
---------------------------------	----

2 5.4 Plan de Estudios de la carrera de Ingeniero	
---	--

Industrial Administrador .....	33
--------------------------------	----

### Capítulo 3

#### EL MATERIAL DIDÁCTICO IMPRESO PARA EL SISTEMA ABIERTO

DE LA EDUCACIÓN .....	36
3 1 Tecnología Educativa.....	36
3 2 Educación a Distancia.....	39
3 2 1 Principios .....	40
3 3 Aprendizaje en un Sistema Abierto y a Distancia... ..	42
3 3 1 El Aprendizaje según el Conductismo .....	44
3 3 2 El Aprendizaje mediante penetración comprensiva .. ...	45
3 3 3 El Aprendizaje y las emociones.....	47
3 3 4 El Aprendizaje por descubrimiento.....	48
3 3 5 El Aprendizaje significativo por recepción .....	49
3 3 6 El Aprendizaje como procesamiento de información.....	51
3 3 7 El Aprendizaje como proceso constructivo .....	51
3 4 Los Materiales Didácticos Impresos y su relación con la Educación a Distancia. ....	54

### Capítulo 4

---

#### PROPUESTA DEL MATERIAL DIDÁCTICO IMPRESO .....

4 1 Estructuración del material didáctico impreso .. ...	62
4 2 Diseño del material didáctico impreso .. ..	62

#### CONCLUSIONES .....

#### RECOMENDACIONES .....

#### BIBLIOGRAFÍA .....

#### ANEXOS .....

107

## INTRODUCCIÓN

En el mundo acelerado que vivimos hoy en día, es necesario estar actualizado, para ello es indispensable estar en constante aprendizaje. En el siglo XX se presentaron más avances tecnológicos que en todos los demás años atrás; la revolución tecnológica está llevando a cabo cambios fuertes en nuestra sociedad, los cuales son tan importantes como lo fueron la primera y segunda revoluciones industriales, considerándose dicha revolución como la tercera en la historia moderna, sólo que ahora el trabajo que se realiza no es muscular sino con el cerebro.

En un futuro no muy lejano, las personas deberán tener acceso a la educación aunque no tengan que acudir a la escuela, pues con ello podrán adquirir destrezas laborales, debido a que los empleos actuales requieren conocimiento, inteligencia e imaginación.

En nuestro país ha habido un fuerte crecimiento demográfico, de 1950 a 1990 la población se ha triplicado; en cuanto al aspecto educativo se han presentado nuevas oportunidades de escolaridad pero no han sido suficientes, pues la crisis económica de México ha causado problemas en varios sectores y en especial en el educativo. Lo cual da pie a que se vea la posibilidad de proveer oportunidades de educación para poblaciones dispersas por medio de la educación a distancia.

La Educación a Distancia es una manera de organizar los principios y objetivos de la educación permanente y abierta; de tal manera que toda persona puede aprender sin tener un espacio y horario restringidos. En la década de los 60 y '70 se ha expandido la educación a distancia, tanto en lo práctico como en lo teórico; además con esta modalidad se solucionan problemas de tiempo, distancia y dinero.

El principal objetivo que se presenta en la educación a distancia es que el estudiante autoaprenda, para lo cual se requiere recursos impresos y audiovisuales, redes de comunicación, televisión interactiva y asesoría de profesores. La enseñanza tradicional así como la educación a distancia utiliza como principal herramienta el material didáctico impreso, para lo cual su elaboración requiere de profesores que tengan pleno conocimiento de la asignatura a desarrollar, así como criterio suficiente para evaluar al estudiante.

En este trabajo se presenta la propuesta de un material didáctico impreso para el tema II de la asignatura de Ciencia de los Materiales de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador para los alumnos de cuarto semestre que cursan dicha materia en tercera oportunidad no registrada, como una de las vías que ofrece la Educación a Distancia.

Dicho trabajo consta de cuatro capítulos; en el capítulo uno titulado planteamiento del problema, se mencionan la caracterización, definición, delimitación y justificación del problema, así como el programa de la asignatura de Ciencia de los Materiales. En el capítulo dos, titulado Educación a Distancia en la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Facultad de Ciencias Químicas, presentamos una reseña histórica de la UANL, referencias de proyectos de educación a distancia, la UANL y la educación a distancia, la Facultad de Ciencias Químicas y la educación a distancia así como una descripción de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador.

El capítulo tres, el cual lleva como título el material didáctico impreso para el sistema abierto de la educación; hace referencia a la tecnología educativa, a la educación a distancia, al aprendizaje en un sistema abierto y a distancia así como a los materiales didácticos impresos y su relación con la educación a distancia. Y por último tenemos el capítulo cuatro titulado Propuesta del material didáctico impreso, en donde presentamos la estructuración y el diseño del material didáctico impreso.

## CAPÍTULO 1

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Caracterización del problema

El tema que nos ocupa se refiere a los materiales didácticos impresos para la asignatura de Ciencia de los Materiales de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador. Desde el punto de vista pedagógico, el material impreso es un recurso didáctico muy importante en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Esto se debe a que dicha asignatura es extensa en su contenido, haciéndose difícil tanto para el maestro como para los alumnos; no lográndose alcanzar la optimización eficiente del proceso enseñanza – aprendizaje.

La carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en los últimos años ha tenido una gran demanda de ingreso, debido a los espacios de salones e infraestructura, no ha podido aceptar a todos los alumnos preinscritos.

En la siguiente tabla puede notarse como la inscripción sólo alcanza la mitad del porcentaje de alumnos preinscritos.

SEMESTRE	ALUMNOS PREINSCRITOS	ALUMNOS INSCRITOS	ALUMNOS INSCRITOS (%)
Feb – julio 2001	289	140	48.44
Agosto – ene 2001	720	365	50.69
Feb – julio 2002	310	130	41.93

Por medio de una entrevista se realizó un sondeo a los alumnos de 4to. semestre, sobre si les gustase que algunas materias del área básica (1º a 4º semestre) se impartieran utilizando materiales didácticos impresos en la modalidad a distancia. Sus comentarios fueron los siguientes: “Se tendría

tiempo disponible y su distribución", "Realizarían tareas", "se ahorraría en la economía pues evitaría los traslados", "Ayudaría a que todos los que opten por la carrera tengan posibilidades de ser aceptados", "se podría llevar a cabo sobretodo en aquellas materias con enfoque humanista", "no todas las clases deben ser presenciales", "Permitiría una mejor alternativa como método de aprendizaje para la investigación y el estudio", "Ayudaría a los estudiantes foráneos, así como los cursos de verano", "Ayudaría como método de sistematización y repaso de los contenidos cada vez que el alumno lo necesite", "Permitiría una mejor concentración y un aprendizaje más personalizado", "Estaríamos en un constante aprendizaje sin descuidar las demás actividades", "Se trabajaría el programa de estudios con más detalle", "Este proyecto podría realizarse no sólo en la materias de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador, sino a todas las demás".

El programa de la asignatura se estructura de la siguiente forma:

Nombre de la materia:	Ciencia de los Materiales
Semestre en que se cursa:	4to. Semestre
Requisitos académicos:	Química II y prácticas, Álgebra Lineal. Cálculo III e Ingeniería Mecánica.
Frecuencia:	3 horas clase/semana, 1 hora tutorío (3,1)

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- Descripción de la materia

En éste curso se da a conocer la importancia de las relaciones entre estructura, propiedades y procesamiento para toda clase de materiales sólidos en las distintas ramas de la ingeniería.

- Objetivos generales de la materia

Instructivos: el alumno será capaz de comprender el uso, capacidad y comportamiento general de los tipos de materiales disponibles y de reconocer los efectos de éstos en su entorno.

Educativos desarrollar en el estudiante la capacidad de participar en el diseño de componentes, sistemas y procesos confiables y económicos que utilicen el amplio espectro de los materiales, buscando el bienestar de la sociedad.

- Contenido Temático

Unidad No 1: Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales

Objetivo particular conocer la relación entre ciencia e ingeniería de materiales, los diferentes tipos de éstos, sus aplicaciones y futuras tendencias

Tiempo 3 horas

Conceptos básicos

- Materiales e Ingeniería
  - Ciencia en Ingeniería de materiales
  - Tipos de materiales
  - Competencia entre materiales
  - Futuras tendencias en el uso de materiales

Unidad No 2: Estructuras y Geometría Cristalina

Objetivo particular conocer las diferentes disposiciones de los átomos, iones o moléculas que constituyen el sólido, sus densidades así como los planos cristalinos

Tiempo 9 horas

Conceptos básicos

- Redes espaciales y celdas unidad
- Sistemas cristalinos y redes de Bravais
- Principales estructuras cristalinas metálicas
- Posiciones atómicas en celdas unidad cúbicas
- Direcciones en celdas unidad cúbicas
- Índices de Miller para planos cristalográficos en celdas unidad cúbicas
- Planos y direcciones cristalográficos en celdas unidad hexagonales
- Cálculo de densidad volumétrica, planar y lineal en celdas unidad
- Polimorfismo o alotropía

**Unidad No 3** Solidificación, Imperfecciones cristalinas y Difusión de sólidos.

**Objetivo particular** conocer el proceso de solidificación, las imperfecciones que se presentan en los metales y la manera en como se difunden.

**Tiempo** 3 horas

**Conceptos básicos**

- Solidificación de metales
- Solidificación de cristales simples
- Soluciones sólidas metálicas
- Imperfecciones cristalinas
- Velocidad de proceso en sólidos
- Difusión atómica en sólidos
- Aplicaciones industriales de los procesos de difusión

**Unidad No.4:** Propiedades mecánicas de los metales

**Objetivo particular** conocer los métodos básicos de procesado de metales, los conceptos de fuerza y deformación, describir las pruebas de tensión, estudiar los tratamientos térmicos así como la deformación dependiente del tiempo.

**Tiempo** 6 horas

**Conceptos básicos**

- Procesado de metales y aleaciones
- Esfuerzo y deformación de los metales
- Prueba de tensión y diagrama de esfuerzo – deformación
- Dureza y ensayo de dureza
- Fractura de metales
- Fatiga de metales
- Termofluencia y carga de rotura

**Unidad No.5:** Diagrama de Fases

**Objetivo particular** comprender las representaciones gráficas de las fases que están presentes en un sistema de materiales a varias temperaturas, presiones y composiciones

Tiempo 3 horas

Conceptos básicos

- Diagramas de fase de sustancias puras
- Regla de las fases de Gibbs
- Sistemas de aleaciones isomorfas binarias
- La Regla de la Palanca
- Solidificación fuera del equilibrio de aleaciones
- Sistema de aleaciones eutécticas binarias
- Sistema de aleaciones peritéticas binarias
- Sistemas monotéticos binarios
- Reacciones invariantes

Unidad No 6: Aleaciones en Ingeniería

Objetivo particular conocer algunas aleaciones y metales que posean propiedades útiles para la aplicación en diseños de ingeniería.

Tiempo 6 horas

Conceptos básicos

- Aleaciones ferrosas
- Aleaciones no ferrosas

Unidad No 7: Materiales Poliméricos

Objetivo particular estudiar algunos aspectos de la estructura, propiedades, procesado y aplicaciones de los materiales poliméricos industrialmente importantes, los plásticos y elastómeros.

Tiempo 6 horas

Conceptos básicos

- Introducción
- Reacción de polimerización
- Métodos industriales de polimerización
- Procesado de materiales plásticos
- Termoplásticos de uso general

- Termoplásticos industriales
- Plásticos Termoestables
- Elastómeros
- Caucho natural
- Cauchos sintéticos

### Unidad No 8 Materiales Cerámicos

Objetivo particular se estudiarán cuales son los tipos de materiales cerámicos que existen, los tradicionales y los de ingeniería, su clasificación, así como su uso y se mencionarán los procesos de fabricación.

Tiempo 6 horas

#### Conceptos básicos

- Propiedades
  - Clasificación
  - Silicatos
  - Redes de silicatos
  - Procesamiento de cerámicos
  - Preparación de materias primas
- 
- Técnicas de conformado
  - Tratamientos térmicos
    - Cerámicos tradicionales y de ingeniería
    - Materiales aislantes cerámicos
    - Materiales cerámicos para capacitores
    - Semiconductores cerámicos
    - Cerámicos ferroeléctricos
    - Preparación mecánica de los cerámicos
    - Preparaciones térmicas de los cerámicos
  - Vidrios
    - Composición de los vidrios
    - Métodos de conformado de vidrios
    - Vidrio templado

- Vidrio reforzado químicamente

De acuerdo con su diseño el tema II, es uno de los más extensos y por otro lado es el que tiene mayor cantidad de operaciones matemáticas así como mayor grado de dificultad y comprensión, en donde el libro de texto no ofrece detalles para que pueda ser entendido por los alumnos en toda su extensión.

## 1.2 Definición del problema

¿Cómo proporcionar apoyo académico a los estudiantes de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador, que se encuentran en tercera oportunidad por medio de la Educación a Distancia utilizando materiales didácticos impresos?

## 1.3 Delimitación del problema

El problema que se estudia es materiales didácticos impresos para la asignatura de Ciencia de los Materiales, la cual pertenece a la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL; específicamente el Tema II: Estructuras y Geometría Cristalina para alumnos de cuarto semestre

Su estudio se centra en características, funciones, estructuración, naturaleza y fundamentos de los materiales didácticos impresos como herramienta de la Educación a Distancia.

## 1.4 Justificación

En esta investigación se presenta una propuesta didáctica necesaria para adecuar el programa de Ingeniería Industrial y Administración en su área básica (1º a 4º semestre) en la modalidad a Distancia; pues esto traerá por consiguiente el aprovechamiento de tiempo y espacio físico a la Institución y al estudiante, así como mejores alternativas de enseñanza y de aprendizaje.

Para llevar a cabo lo anterior, se propone la elaboración de material didáctico impreso, en este caso de la asignatura de Ciencia de los Materiales, pues los alumnos que cursan la materia en tercera oportunidad no pueden registrarla y por lo tanto no les es permitido por el departamento Escolar de acudir al salón de clase, sólo pueden tomar asesorías con un maestro asignado.

En el mundo del mañana donde la información será más abundante, facilitar el acceso a la educación, no solo es una obligación moral de la sociedad sino también un medio para incrementar la productividad y mejorar la calidad de vida de las personas.

En el futuro las personas, aunque no tengan que ir a la escuela deberá acceder a una educación que les permita adquirir destrezas laborales específicas, ya que los nuevos empleos exigen conocimientos, imaginación e inteligencia intensiva, por eso es conveniente implementar en la facultad el sistema a distancia pues se beneficiarían más personas.

---

Con la Educación a Distancia, dificultades de tiempo, distancia y dinero; se resuelven fácilmente y no solo esto, la Educación a Distancia brinda a las personas la oportunidad de tomar cursos, de escuchar a conferencistas extranjeros y la posibilidad de contactar a otros estudiantes de distintas escalas sociales, cultura y economía.

## CAPÍTULO 2

### EDUCACIÓN A DISTANCIA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN Y LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

#### 2.1 Reseña Histórica

Según estudios, la Educación a Distancia organizada se remonta al siglo XVIII con un anuncio publicado en 1728 por la Gaceta de Boston, en donde se refería a un material auto – instructivo para ser enviado a los estudiantes con posibilidad de tutorías por correspondencia.

En 1840, Isaac Pitman organizó en Inglaterra un intento rudimentario de adecuación por correspondencia. En 1843 se formó la “Phonographic Correspondence Society” para encargarse de correcciones de ejercicios taquigráficos (<http://www.educadis.com.ar/ad1.htm>)

Menos académico fue el intento de enseñar minería y prevención de accidentes mineros por el Mining Herald, un periódico de Pennsylvania. Fue Thomas Foster el que tuvo esta iniciativa y esto constituyó el comienzo de las Escuelas Internacionales por correspondencia (ICS) de Scranton, Pennsylvania (<http://www.educadis.com.ar/ad1.htm>)

En la Europa Occidental y América del Norte, la Educación a Distancia empezó en las urbes industriales del siglo XIX, con el fin de atender a las minorías, que por diferentes motivos, no asistieron a escuelas ordinarias.

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, se produjo una expansión de esta modalidad para facilitar el acceso a los centros educativos en todos los niveles, especialmente en los países industrializados occidentales, en los centroeuropeos y en las naciones en desarrollo “tercermundistas”. Esto obedeció al incremento de la demanda de mano de obra calificada registrada.

Como la Educación Tradicional se caracteriza por su elevado costo, se pensó en la Educación a Distancia como una forma de ofrecer cupos adicionales en una forma más rápida y económica, especialmente en países muy grandes y de escasa población, que intentaban vencer la distancia, como Suecia y Canadá.

Así es que, en la década de los '60 y '70 se ha dado una marcada expansión de la Educación a Distancia, tanto en el terreno práctico como en el teórico. Entre 1960 y 1975 se fundaron en Africa más de veinte instituciones de Educación a Distancia. Entre 1972 y 1980, en Australia, el número de instituciones a Distancia pasó de 15 a 48.

Sin embargo es en los países industrializados o desarrollados como Canadá, los Estados Unidos y Japón, donde se le dio más valor a esta modalidad

Hay que señalar que la educación por correspondencia ha servido de base a las diversas opciones que se han materializado en este campo y que en general pretenden ampliar el acceso a la enseñanza, fruto de una nueva actitud pedagógica que ubica al alumno en primera fila y a la institución en la segunda.

(<http://www.edadad.com>)

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La Educación a Distancia es un modelo formativo que pretende superar la educación tradicional que se ha llevado en el proceso enseñanza - aprendizaje, es un sistema didáctico a través del cual se emplean diversos medios (material escrito, equipo de cómputo, equipo de audio y video) que le permitan al estudiante participar en la construcción del conocimiento, responsabilizándolo de su aprendizaje, al no requerir de manera tradicional de la asistencia a clases regulares, aprovechando la distancia, en el tiempo y el espacio, que existe entre la Institución y el estudiante.

(<http://www.jvdu.com/1.htm>)

En el futuro, donde la Información será más abundante, facilitar el acceso a la Educación, no sólo es una obligación moral de la sociedad, sino también un medio para incrementar la productividad y mejorar la calidad de vida de las personas, y aunque la gente no acuda a la escuela, deberán adquirir una educación que les permita obtener destrezas laborales específicas, ya que los nuevos empleos exigen conocimiento, imaginación e inteligencia.

Algunas de las ventajas que nos proporciona la Educación a Distancia son

- Permite superar, enriquecer y diversificar la dimensión tradicional maestro alumno.
- Flexibiliza el requerimiento de asistir a un lugar determinado para aprender en horarios fijos
  - Optimiza el tiempo, distancia y dinero, se resuelven fácilmente.
  - Brinda a las personas la oportunidad de tomar cursos, de escuchar a conferencistas extranjeros y la posibilidad de contactar a otros estudiantes de distintas escalas sociales, culturales y económicas.
- Emplea diversos medios acordes con el avance tecnológico presente y futuro de la comunicación: material escrito, audio y video, acceso telefónico, computadora y vía internet.
- Permite al estudiante desarrollar un papel activo en la construcción del conocimiento, incrementando su autonomía, madurez y responsabilidad ( [www . u\\_n\\_l . mx / m\\_n\\_1 . tm](http://www.u_n_l.mx/m_n_1_tm))

Aplicando nuevas tecnologías en los programas de enseñanza a distancia se logra una mayor integración del alumno en el proceso de aprendizaje, se crea un nuevo sistema de enseñanza que potencia al alumno y le permite estar más involucrado en el proceso de enseñanza.

En los países desarrollados se emplea en forma creciente la Educación a Distancia como un instrumento que permite cambiar en forma rápida y eficiente la enseñanza impartida desde un modelo de escuela común y centralizada, a

uno flexible y descentralizado, que mejora la dinámica social y facilita el acceso al conocimiento

Si bien la Educación a Distancia estuvo asociada exclusivamente al estudio por correspondencia, hoy en día los avances tecnológicos, están modificando el papel de las escuelas, universidades y comunidad educativa. La Educación a Distancia no puede, no debe permanecer al margen de lo que hoy en día representa la revolución tecnológica con su herramienta más valiosa **INTERNET**. (<http://www.d.d.c.mar.nom.2.m>)

Dentro del programa estatal Visión 2005, se plantea a la Educación Superior, la intercomunicación con las diversas instituciones a nivel internacional utilizando la tecnología de punta. (Programa Estatal de Educación - Visión 2005 Gobierno del Estado de Nuevo León, SEP pág.21)

Esta propuesta se encuentra vinculada con el Programa Visión 2006 de la Universidad Autónoma de Nuevo León, pues la Educación se vuelve campo de orden prioritario, y más aún la Educación Superior, pues su compromiso social y la responsabilidad que tenemos con nuestro país, hace que esta Institución que deseamos a futuro sea digna en la formación de profesionales y científicos que se requieren para los cambios globales a nivel mundial.

El Programa UANL Visión 2006, surgió de la necesidad de sustentar a nuestra máxima Casa de Estudios en el nivel de excelencia y de servicio a la comunidad que reclama el Tercer Milenio.

“Excelencia, conocimiento, capacidad, docencia, investigación, competitividad, sensibilidad para afrontar los nuevos retos sociales y, sobre todo vocación de servicio, son algunas de las cualidades que reclama la comunidad Internacional del siglo XXI” (Programa UANL Visión 2006)

La función de la Universidad descansa en el trabajo de su personal docente. Pues a los maestros les corresponde la tarea de formar íntegramente a sus estudiantes, y el liderazgo de los maestros es determinante para el logro de esa Visión

Por ello nuestra propuesta contribuirá a consolidar en la preparación del docente, la renovación de la práctica diaria a través de la incorporación de métodos activos y participativos que mejoren el aprendizaje de los alumnos.

El programa de la UANL, Visión 2006 pretende incrementar y fomentar la calidad y eficiencia de la Educación Superior, incentivando su vinculación con el desarrollo del país y sus regiones, en el marco de la Autonomía de las Instituciones, la libertad de enseñanza y la adecuación de sus respuestas a los requerimientos del Desarrollo Nacional. (Programa UANL Visión 2006)

Entre sus objetivos a alcanzar se encuentra el programa tutorial. La característica fundamental de éste sistema, es la de cumplir la función de ser el nexo interactuante entre la organización general del sistema y los alumnos, capaz de captar las expectativas, necesidades e intereses y de intervenir en el proceso de retroalimentación académica y pedagógica.

El tutor no es un profesor en el sentido tradicional, su trabajo esencial no es transmitir información, sino que debe ser crítico, constructivo, que ayude al alumno a salir de ciertas dificultades y explorar nuevos campos.

El principal objetivo del tutor es capacitar al alumno para que trabaje por sí mismo y construya su propio cuerpo de conocimientos sobre la materia que estudia (Barrantes Echavarría, Rodngo. 1992; Martínez, Catalina 1988; Mena, Marta. 1996)

En éste sentido en la Facultad de Ciencias Químicas cuenta con aproximadamente 15 maestros que se pueden dedicar a la Educación a Distancia, pues ellos tienen la calificación y grado científico requerido aunque

necesitan ser capacitados porque desconocen el procedimiento de éste tipo de curso.

Las actividades y funciones específicas del tutor dependerán, en cada caso de la política institucional que decida adoptarse y de los tipos de tutorías que se implementen. Lo principal es tener en cuenta como la tutoría se vincula con el material didáctico impreso. La fuente básica de la información la dan los textos, y la tutoría cumpliría la función de guiar esa información, ampliarla y resolver problemas encontrados en ella, orientar sobre la bibliografía y sobre trabajos a realizar. Es en este último en donde se basa nuestra propuesta y que más adelante profundizaremos en ella.

Los recursos y medios didácticos son la conexión entre las palabras y la realidad. La ordenación de los recursos es tarea compleja, ya que son el soporte que da coherencia al proceso de enseñanza - aprendizaje que servirá para motivar al estudiante en este

Los materiales didácticos impresos serán los vehículos a través de los cuales se enviará al alumno una serie de contenidos curriculares necesarios para desarrollar un curso de tipo a distancia (Mena, Marta, 1996)

Otro aspecto importante a considerar es que el material didáctico impreso, suple la ausencia de un profesor. Por eso debe tener condiciones que faciliten una "conversación didáctica" guiada. Deben orientar al autoaprendizaje, proporcionándole al alumno ayudas didácticas para acceder eficazmente a los contenidos y proponer actividades y espacios de participación para la necesaria contextualización y transferencia de los conocimientos.

Los materiales pueden ser más o menos complejos, esto depende de la calidad pedagógica y académica deseada para el punto final y de la variedad, alcance y complejidad en la integración de los medios empleados.

En Educación a Distancia lo más importante es hacer un buen diseño general del sistema que apunte al logro de los objetivos planteados respetando el enfoque establecido. Para ello se integran distintos medios, teniendo en cuenta las posibilidades de cada uno en relación con los componentes del diseño didáctico.

La Educación a Distancia ha surgido como un intento de dar respuesta a las nuevas demandas sociales que la educación presencial no ha podido atender, pero resulta incorrecto suponer que aquella pueda sustituir totalmente a esta última. Ambas formas educativas pueden beneficiarse mutuamente de su coexistencia y acción (Aparici, R. Y García A. 1988)

En el siguiente cuadro se detallan las principales diferencias entre la Educación Presencial y la Educación a Distancia, para lo cual nos hemos apoyado en las consideraciones realizadas por Barrantes Echevarría, Rodrigo. (1992)

Educación Presencial	Educación a Distancia
El profesor y los estudiantes están físicamente presentes en un mismo espacio – tiempo durante las clases	El profesor y los estudiantes pueden no estar presentes físicamente en el mismo espacio ni en el mismo tiempo. <sup>®</sup> Para que la comunicación se produzca, es necesario crear elementos mediadores entre el docente y el alumno.
La voz del profesor y su expresión corporal son los medios de comunicación por excelencia. Se les llama presenciales a estos medios porque restringen la comunicación. Otros medios sonoros y visuales son muy poco utilizados en la clase convencional y sólo sirven como apoyos didácticos o para complementar la acción del profesor.	La voz y el esquema corporal, o son sustituidos por otros medios no presenciales, serán registrados grabaciones sonoras y visuales para ser transmitidos luego a otro espacio, y en otro tiempo. Los medios no son simples ayudas didácticas sino portadores de conocimiento que sustituyen al profesor.
La comunicación oral, característica en la enseñanza convencional, está acompañada normalmente por gestos y movimientos de	Adquieren gran importancia los medios como ser la palabra escrita (dominante por antonomasia), además de la radio, la

la comunicación no verbal.	televisión y otros medios audiovisuales
La relación directa presencial, de los que se comunican hace que el diálogo pueda producirse también aquí y ahora, de manera inmediata.	La relación no - presencial de los que se comunican, es una forma de diálogo que por no acontecer aquí ni ahora, puede llamarse "diálogo diferido". O sea, el comunicador debe continuar un mensaje completo y esperar un tiempo para recibir la comunicación, de retorno en forma similar, al igual que ocurre con una carta.

Aún siendo igual el índice de aprobados e incluso inferior, sería factible la educación a distancia debido a que un estudiante del curso presencial tiene un costo para la institución significativo, mientras que el costo de un estudiante por el método a distancia es mucho menor. También es importante considerar, en el plano de la economía personal, que por el método presencial la carrera de Ingeniero Industrial Administrador tiene un costo mayor, mientras que por el sistema a distancia es insignificante.

Todo esto se une a los aspectos ya mencionados de libertad de horario, mayor libertad e independencia para el estudiante, mejor utilización de los profesionales más capacitados, lo cual se traduce en una mayor calidad en la educación.

## 2.2 Referencias de otros proyectos

A continuación se mencionan algunos trabajos de investigación que se realizaron en referencia a Educación a Distancia:

Perla Adriana Salinas Olivo (1997), en su tesis "Estrategias para la existencia de un aprendizaje exitoso en la educación a distancia basado en la interacción y tecnologías de información", en donde la tecnología proporciona los medios necesarios para llevar a cabo la interacción entre las personas que asisten a una clase a distancia. Sherry (1996) nos dice que hoy en día se incrementan las tecnologías de información interactivas, y estas son adoptadas por los profesores de educación a distancia. (<http://www.mty.itesm.mx/dre/ddre/transferecia/transferecia55/eep5-5.html>)

En la tesis "Incidencia de la Innovación Curricular en la Funciones Básicas del Programa de Educación a Distancia de la U.T.C." presentada por el Lic. José Amable Ronquillo Cajas (1997), menciona que se analizaron aspectos fundamentales del Planeamiento Curricular como base indispensable para poder interpretar y analizar los resultados de las encuestas, lo que permitirá realizar la comprobación de la hipótesis y la formulación de la Propuesta de Innovación Curricular al Programa de Educación a Distancia, el tratamiento de la temática abordado desde distintos enfoques para poder establecer diferencias y recomendar el uso de métodos y técnicas que permitan el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje

( [p t g t](#) )

La Lic. Gloria Narciza Román Cañizares (1996), presenta su tesis titulada "La Planificación de la Licenciatura en Educación Básica por la Modalidad a Distancia en la Universidad Técnica de Cotopaxi", en donde nos dice que la Educación a Distancia en Europa, América y el Ecuador constituye una segunda alternativa de estudio para aquellas personas que no pueden asistir a los Centros de Educación Presencial por la situación económica, geográfica o de trabajo. (<http://www.at.edu.vt/ga/ls/5.htm>)

En la ponencia "El diario en parejas como recurso de Evaluación en Educación a Distancia", la profesora María Luján Montiveros (2000), nos menciona que en la tesis de licenciatura para la carrera de Ciencias de la Educación la cual tiene por objeto las modalidades de acercamiento al conocimiento; éstas se generan en los alumnos con experiencias educativas a distancia, las cuales son observadas a través de la escritura de un "diario personal", y se refiere a los rasgos cognitivos, afectivos y actividades operativas a partir de las cuales los estudiantes se vinculan con una experiencia de aprendizaje a distancia (<http://www.red.sp.alw.b.gp.nenc.as/hmam/ntiv.html>)

En la tesis "Estudio Etnográfico sobre las interacciones que se generan durante la transmisión vía satélite del curso \*Seminario de Filosofía Empresarial\* en el campus Chiapas", (septiembre 1997) María Susana Rocha Mier, comenta que el propósito de esta investigación es identificar las interacciones que se generan en el modelo de educación a distancia de Universidad Virtual del ITESM, para esto se acudió al lugar en donde se observó lo que pasa en la vida cotidiana de un aula receptora de Universidad Virtual, a través del registro del que hacer de cada clase.  
( [p www vexgt . com / 4 ht](http://www.vexgt.com/4.html) )

Olinda Cantú Montemayor, en su tesis "Estudio de las diferencias entre la participación que ofrecen los alumnos presenciales y remotos en una clase satelital de Maestría en Educación" (enero 1997), nos menciona que el estudio tiene como objetivo detectar y establecer si existen diferencias en las participaciones que tienen los alumnos presenciales y remotos. La importancia de este estudio reside en la necesidad que existe de conocer la forma de comunicación que utilizan los alumnos al interactuar con su maestra, tanto a nivel presencial de manera oral como a distancia mediante el uso de los medios electrónicos ( [tp /www ru te mx/ g e s s m 34 ht](http://www.ru.te.mx/ge/ss/m34.html) )

### **2.3 La Universidad Autónoma de Nuevo León y la Educación a Distancia** <sup>®</sup>

La Universidad es la que proporciona de manera más integral y completa la preservación, promoción y desarrollo de la cultura de la humanidad, esta ocupa un lugar privilegiado en la sociedad en la época actual. Y por consiguiente la Universidad Autónoma de Nuevo León acorde a lo anterior lanza su proyecto Visión UANL 2006; en donde nos dice que para ese año "La Universidad Autónoma de Nuevo León será reconocida como la mejor Universidad pública de México" (Dr. Luis Galán Wong, Rector)

La Universidad Autónoma de Nuevo León, viendo la necesidad de proporcionar el desarrollo, promoción y preservación de la cultura a la

sociedad da a conocer su proyecto Visión UANL 2006 en el cual el Sr Rector Dr. Luis Galán Wong menciona que la Universidad Autónoma de Nuevo León será la mejor de México, en cuanto al sector público.

“Considerando oportuno dar forma a un anhelo que ha venido palpitando hace tiempo en el ambiente estudiantil y cultural del pueblo nuevoleonés, y movidos por el impulso ingente en los habitantes de este Estado hacia el progreso, los estudiantes de Monterrey nos hemos propuesto organizar una Universidad que habrá de ser la cuna espiritual de generaciones que sabrán ocupar el lugar que les corresponde entre sus semejantes, hombres que habrán de consolidar mañana la plenitud de nuestro México” (H XLIV Legislatura del Estado)

De acuerdo a lo mencionado en la Legislatura del estado, Nuevo León organizó una Universidad pública que da cabida a todos los estudiantes para que se preparen profesionalmente y puedan servir a México en un futuro.

---

En sus propósitos cuenta con proyectos tales como: “Educación para la Vida” el cual es un programa que la Universidad Autónoma de Nuevo León está llevando a cabo para lograr las metas que se trazaron en el proyecto “Visión UANL 2006” (ver anexo 1)

El proyecto “Visión UANL 2006 la Universidad Autónoma de Nuevo León, tiene como uno de sus principales objetivos, utilizar las nuevas tecnologías de educación y comunicación para incorporarlos a los procesos académicos tales como; docencia, investigación y el desarrollo y con esto se pretende mejorar la calidad en el proceso enseñanza - aprendizaje, además también se tendría una comunicación interactiva y permanente entre científicos a nivel nacional e internacional.

La Tecnología Educativa, constituye un "cambio externo" en la didáctica. En ella se presentan diversas modalidades, como la enseñanza programada, los paquetes de autoinstrucción, la enseñanza mediante la televisión, la cibernética de la enseñanza y el video, entre otros

En los paquetes de autoinstrucción centramos nuestra atención, por ser tema de interés en nuestra propuesta de tesis, ya recientemente (junio 25 de 2002) ha surgido una nueva disposición por parte de la Comisión Académica de la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL; de que los estudiantes que hayan reprobado una materia en primera y segunda oportunidad, no podrán cursar de nuevo dicha materia en semestre normal sino que la presentarán como tercera oportunidad no registrada; lo cual les impide que entren al salón de clase y solo se les proporcionen asesorías por parte de los tutores

De acuerdo con lo anterior se ofrecerá a los estudiantes, 2 exámenes parciales con una evaluación de un 30% cada uno y un examen global de un 40%, así como asesorías.

Por medio de esta técnica se observa que lo más importante es el producto deseado, que en nuestro caso, es el aprendizaje de algún tema, también se presenta en exceso el papel individual del estudiante y por consiguiente no se da la relación estrecha alumno - maestro, lo cual influye en la formación de valores universales.

"La Didáctica de la Tecnología Educativa es considerada como el resultado de cambios externos asociados al desarrollo tecnológico y de su aplicación al proceso pedagógico". (Ma. Eugenia Rodríguez Flores, 1998:17)

En los avances que a tenido la tecnología, no solo se ha visto reflejada en la industria, sino en la educación lo cual ha permitido un proceso pedagógico y un proceso de enseñanza – aprendizaje mejor.

Conforme ha evolucionado la Tecnología Educativa, han resaltado dos puntos fundamentales, como lo es. los objetivos y las funciones; de dicha Tecnología en la actualidad.

- El primero, se refiere al problema del equipamiento y del uso de medios y recursos técnicos en la enseñanza, lo cual proporciona el facilitar y economizar el trabajo de los maestros con los alumnos.
- El segundo, está relacionado con el proceso; en donde se toman más en cuenta las estrategias de enseñanza y aprendizaje; que los objetivos o el contenido

Para algunos autores, la tecnología educativa es una nueva ciencia, que trata de igualar a la Didáctica o en un momento dado sustituirla.

---

La Dirección de Educación a Distancia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, pretende que en los programas que se tienen actualmente en las facultades o preparatorias, se utilicen nuevas tecnologías de la comunicación e información y con esto se pretende contribuir para tener una alta calidad en la formación académica e integral de los alumnos, dándose esto en la licenciatura y el postgrado.

Dicha Dirección señala varios puntos por los cuales es necesario la implementación de programas en la modalidad a distancia, los cuales son los siguientes

- Puede ser una opción de formación de calidad para estudiantes que no puedan asistir por diferentes motivos a la UANL, por ejemplo los que trabajan
- Esto puede permitir a la UANL tener contactos internacionales, los cuales le proporcionan avances de la globalización; en cuanto a nuevos currículums, trabajo de investigación y tecnología.
- Vincular a la UANL con las empresas del sector productivo y de servicios por medio de la comunicación a distancia usando plataformas tecnológicas
- Desarrollar programas académicos multinacionales de postgrado.

Se pretende dar apoyo por medio de la Dirección de Educación a Distancia a las facultades que decidan implementar sus programas académicos en la modalidad a distancia a nivel profesional y de postgrado; por lo tanto se han trazado varios objetivos los cuales se mencionan a continuación

- 
- Elaborar y diseñar el material didáctico en unión con los docentes que van a asesorar el curso a distancia.
  - Apoyar en referencia a las políticas o desarrollo de los proyectos en la modalidad a distancia, a la Rectoría, Secretaría Académica y a los Directores de las instituciones.
  - Que la Universidad Autónoma de Nuevo León tenga contactos con otras universidades internacionales y nacionales, para generar nuevos proyectos entre ellas y esto dé reconocimiento y avance a la UANL.
  - Que se aprovechen todos los recursos tecnológicos y humanos con los que cuenta la UANL para la educación a distancia.
  - Proporcionar asesoría para el diseño e implementación de los programas académicos en la modalidad a distancia en la UANL.

Además de todos estos objetivos que se trazaron, la Dirección de Educación a Distancia tiene varios proyectos que se están llevando a cabo en donde uno de ellos es el Modelo de Educación Inicial a Distancia para familias de zonas Marginadas, este consiste en desarrollar un modelo de educación a distancia por medio de la radio y el teléfono el cual se llama “Trabajando Juntos”, esto es para familias que tengan niños de hasta 5 años que viven en zonas marginadas; lo cual va a permitir que cuando ingresen a la primaria lleven mejores condiciones (<http://www.uanl.mx/org/ded/ejecucion1.htm>)

Otro proyecto que se presenta es un “Consortio de Universidades para intercambio académico a través del Sistema de Videoconferencia”, el cual pretende enlazar a 20 universidades por medio de la video conferencia interactiva, estas universidades se encuentran en América y Europa. Este proyecto tiene como objetivos, uno; que se realice un intercambio tecnológico, científico y académico entre profesores e investigadores. Además de dar oportunidad a los estudiantes de que participen en las videoconferencias, así como propiciar el diálogo interactivo entre estudiantes de postgrado y los maestros.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

También se está llevando a cabo el “Proyecto Académico de Asesoría”, el cual está relacionado de manera estrecha con la propuesta de tesis, en este proyecto se proporciona asesoría a las facultades y preparatorias que decidan implementar un sistema a distancia y a las que ya cuentan con uno.

Por otro lado se tiene un proyecto de “Educación Satelital (EDUSAT) – UANL”, en donde se busca dar formación académica a estudiantes por medio de tecnología actualizada tal como lo es; el sistema de recepción satelital EDUSAT El cual se ha instalado en las preparatorias de algunos estados de

Nuevo León (General Terán, Villa de Santiago, Allende, etc.); proporcionando así que en el salón de clase se imparta el material didáctico por vía satélite.

Además se puede enviar a los profesores, vía satélite información didáctica, permitiendo así su actualización y mejora en la calidad del proceso enseñanza – aprendizaje; así como también capacitación de dichos maestros. En este proyecto se transmiten series, programas y cursos a distancia, vía satélite a cada una de las facultades o preparatorias de la Universidad Autónoma de Nuevo León, además se puede utilizar para que los maestros tengan un apoyo didáctico en sus clases y poder impartir mejor y más ilustrativa su cátedra, teniendo así una educación integral.

Otro proyecto que también está vigente es el “Sistema de Videoconferencia”, en donde la universidad interacciona por medio de la videoconferencia en tiempo real con otras universidades.

Por lo tanto se realiza recepción y emisión de clases a nivel nacional e internacional, actualmente se está impartiendo el “Curso Multimedial a Distancia de Capacitación a Personal Docente de la UANL”, las cuales se transmiten desde la Universidad de Hagen Alemania en tiempo real.

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Por medio de esta misma Dirección, se está llevando a cabo la “Formación de Recursos Humanos”, que consiste en incorporar a los profesores a cursos con estrategia a distancia (EDUSAT) en donde los ofrecen diferentes universidades de educación superior en México. Así como también se promueve la incursión internacional de maestros a los cursos en su modalidad a distancia.

Se tiene además otro proyecto denominado “Proyecto Vía Satélite a México”, que trata de ofrecer una transmisión a través del canal 17 de Edusat

durante dos horas y media a la semana, los cuales son programas producidos por la UANL; teniendo como objetivo dar proyección a la universidad. Dichos programas son: La UANL en la Cultura, Conferencias Nuevo Milenio y Diálogos Universitarios.

Además se tiene el proyecto "ATEI", en donde la UANL es miembro de la Asociación de Televisión Iberoamericana (ATEI), la cual es la red de televisión educativa más grande de América Latina, en dicha red participan todos los países de Iberoamérica y en donde se transmiten programas a nivel pregrado y postgrado.

Y por último tenemos el "Proyecto de Capacitación en Gestión en línea con la UNESCO sede en Santiago de Chile para directores de preparatorias", en donde se trata de mejorar la calidad de la educación impartida en las instituciones en cuanto a investigación educativa en América Latina.

En un comunicado interno de la Universidad se publicaron los diez programas básicos que se plantean en el Modelo de "Educación para la Vida", siendo uno de ellos el Desarrollo Académico el cual tiene como objetivo, "explorar en el mundo los avances en todos los aspectos que puedan ser incorporados a las actividades relativas a los cursos y otras actividades que impacten en la formación de los alumnos". Estos avances pueden ser: ciberclase, tecnología educativa y planeación y reconocimiento (Vida Universitaria, 2002 12)

#### **2.4 La Facultad de Ciencias Químicas y la educación a distancia**

La Facultad de Ciencias Químicas, es una institución que está al servicio de la comunidad en cuanto a educación superior.  
( t www n f \_ q d r r \_ p \_ p \_ h t \_ )

### 2.4.1 Historia

En el año de 1835 el Dr José Eleuterio González impartió por primera vez una cátedra de Farmacia y Química en el Hospital de Nuestra Señora del Rosario

Para el año de 1928, se vio la necesidad de crear en Monterrey una escuela de Química y Farmacia en donde se prepararían científicos que satisficieran las necesidades del medio industrial como médico.

La Escuela de Química y Farmacia inició en 1931, en donde la primer carrera que se impartió fue la de Farmacéutico y tenía una duración de dos años, las clases se impartían en la Escuela de Medicina.

Antes de que la escuela de Química y Farmacia fuera independiente, la ubicaron en un salón ubicado en la calle Cuauhtémoc. En 1933 se convirtió en Facultad de Química y Farmacia, ubicándose en ese entonces en un local en Colegio Civil

Para el año de 1935, siendo Rector el Dr. Pedro de Alba; la facultad es ubicada en Cuauhtémoc 202 Nte., en este periodo inicia la carrera de Químico Farmacéutico la cual tenía una duración de tres años. Hacia 1936 se incorpora otra carrera, la de Químico Industrial la cual constaba de cuatro años

En 1938 se crea la carrera de Ingeniero Químico, en este mismo año la facultad se cambia de local, pero no siendo suficiente; el director se propone conseguir un terreno para construir la facultad, resultando así un arrendamiento por 100 años a American Smeltin and Refining Co. ubicado en Guerrero y Progreso

Hacia el año de 1943 se cambia el nombre a Facultad de Ciencias Químicas, en este año se empieza a construir la facultad en Guerrero y Progreso apoyado el proyecto por el gobierno.

En el período de 1958-1959 se hace una revisión de los planes de estudio, dando como consecuencia el incremento de cinco años a las carreras. En este mismo período nace la carrera de Ingeniero Industrial Administrador.

En el año de 1960 se aprueban los planes de estudio de la Maestría en Ingeniería Industrial

En 1963, el gobierno del estado aprueba construir un nuevo edificio en Cd. Universitaria.

En el año de 1965 se hace una reestructuración de las licenciaturas en donde se cambia el plan anual por semestral, así como las carreras de LQI y QFB quedan de ocho semestres y las de IIA e IQ de nueve semestres.

---

Hacia 1968 dan inicio las maestrías en Administración e Ingeniería Industrial, además se establece que para obtener el título de Ingeniero Químico o de Ingeniero Industrial Administrador se tenía como opción acreditar dos materias de la maestría.

En el año de 1970 se abre la primera extensión de la Escuela de Graduados en la cd de Saltillo, Coah.

En 1971 se inicia el traslado de la facultad a Cd. Universitaria, pero aun se utilizaban los dos edificios mientras se terminaba de instalar los laboratorios en Cd. Universitaria.

Terminado el traslado se optó por dejar en la escuela de Guerrero y Progreso el postgrado y laboratorios de Investigación.

Para el año de 1978 se construye el laboratorio de Servicios Profesionales para ofrecer servicios especializados a la industria, además se construye el edificio "H" donde se ubicaron las oficinas administrativas y la biblioteca.

En 1981 se inicia el plan Escuela Empresa en donde los estudiantes podían realizar en el sector productivo sus prácticas profesionales.

En 1989 se promovió la reactivación de la Sociedad de Ex alumnos, así como la conclusión de la Sala Polivalente para eventos académicos y deportivos

En 1989 se establecen convenios con universidades y centros de investigación, se reestructuro el programa de Postgrado diferenciando las áreas de Administración e Ingeniería Industrial y la de Ciencias Químicas. Se aumentó la capacitación del sector docente, así como administrativos y técnicos Se creó el Centro de Extensión y Educación Continua.

En 1990 se aprueba el programa para doctorado en Química integrándose el Comité Doctoral correspondiente.

#### 2.4.2 Antecedentes

En la ciudad de Monterrey, N L , el 19 de septiembre de 1933; el Sr. Director de a Facultad de Medicina Dr Procopio González Garza en conjunto con profesores, eligen el director y secretario de la nueva "Facultad de Química y Farmacia" de la Universidad de Nuevo León; así como un consejero maestro

Quedando como director de la Facultad de Química y Farmacia, el profesor Antonio Castillo, como Secretario profesor Andrés Ruíz Flores y como consejero - maestro el profesor Raúl Ortiz.

### 2.4.3 Objetivo

Su misión es la de "desarrollar una estructura física y humana orientada al cliente y comprometida con la calidad en el servicio" (<http://www.an.fcs.fcq/d.n.p.pa.ht>)

A la Facultad de Ciencias Químicas la integran cuatro subdirecciones una es la Administrativa; cuyo objetivo es la de planear, coordinar y controlar los recursos financieros, materiales y humanos que mantienen en operación la facultad, además de dar apoyo a la docencia, a la investigación, a la difusión, a la cultura y al deporte.

Otra es la subdirección de postgrado, en donde algunos de sus fines es formar investigadores con base científica, profesores capaces de plantear nuevas estrategias de trabajo, de llevar a cabo más investigación, que cuenten con conocimientos científicos en las áreas de su especialidad profesional, orientar a los profesionales a ser más creativos.

Por otro lado, está la subdirección de Servicios Tecnológicos, la cual pretende ser líder en la formación académica de profesionales y posgraduados, así como en los servicios tecnológicos y la investigación.

Y la última de las subdirecciones y de reciente creación es la de Educación a Distancia, la cual recientemente fue inaugurada por el Sr. Rector de la UANL; en ella se busca ofrecer servicios de calidad en la educación presencial y a distancia para formar y desarrollar recursos humanos con el fin

de contribuir a la competitividad y al mejoramiento continuo de las organizaciones.

La Facultad de Ciencias Químicas a través de la escuela de Graduados en Administración e Ingeniería Industrial líder en la UANL, en su afán por estar a la vanguardia educativa, creó un moderno espacio denominado "TELECAMPUS-FCQ" la cual es una unidad estratégica que ofrece programas de educación superior, educación continua y capacitación en forma presencial y a distancia, en donde se puede manejar y operar con calidad la Educación a Distancia.

En este espacio educativo se pretende dar cursos a distancia para los alumnos de licenciatura, con lo cual les permite tener flexibilidad para avanzar en su carrera; por otro lado se pueden impartir programas de formación y capacitación de maestros de cada carrera que se tienen en la facultad mejorándose así la calidad de los docentes. (Díptico de la Escuela de Graduados FCQ, 2001)

Su visión es ser líder nacional, teniendo presencia y reconocimiento internacional, en cuanto a la excelente formación de recursos humanos de alto desempeño.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Así mismo se pretende consolidar a nivel de maestría en forma presencial y a distancia, pudiendo así ampliar el mercado nacional e internacional. Además se quiere implementar de manera totalmente interactiva nuevas maestrías y doctorados para poder trabajar de manera interinstitucional y a través de convenios internacionales, para poder ofrecer opciones de estudio que se requieran en el mercado. Y por último poder ofrecer educación continua a los profesionistas de las distintas carreras y grados sin importar su situación geográfica.

En cuanto a los servicios que presta se encuentran, cursos a distancia y sesiones especiales para reforzar los programas de pregrado y postgrado, impartir programas de formación y perfeccionamiento de ejecutivos de alto nivel, tener programas de maestría y educación continua a distancia, llevar a cabo congresos y simposios a distancia y presencial.

Además de las subdirecciones con las que cuenta la facultad de Ciencias Químicas, en ésta se encuentran también cuatro carreras a nivel licenciatura: la carrera de Químico farmacéutico biólogo, en la cual su misión es la de llevar a cabo la formación de profesionistas de alto nivel competitivo, capaces de resolver problemas en el campo de la salud, en lo que respecta a la química de la vida y que estén comprometidos con el servicio a la comunidad.

También se encuentra la Licenciatura en Química Industrial; en donde el profesionista desarrolla nuevos procesos, que sean competitivos tanto en la calidad como en el costo del producto, así como creando tecnologías limpias para evitar o minimizar la contaminación de nuestros suelos, reservas de agua y el aire que respiramos.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Otra de las carreras reconocidas que hay en la facultad es la de Ingeniero Químico; esta es una profesión en la que los conocimientos de las ciencias básicas e ingenierías, junto con los principios de la economía y las relaciones humanas, que se obtienen mediante el estudio, la experiencia y la práctica son aplicados por medio de habilidades y actitudes en la creación de procesos, y generación de productos y servicios, por lo general en la industria química.

Y la carrera con más alumnado es la de Ingeniero Industrial Administrador; en donde se prepara al estudiante para que sea capaz de diseñar, mejorar y administrar los sistemas productivos y operativos formados por recursos humanos; materiales económicos de información y equipos como son las industrias manufactureras, organizaciones comerciales y de servicios, instituciones públicas y privadas, empleando sus conocimientos en las ciencias exactas (matemáticas, física, química), administrativas y sociales, los principios de diseño y análisis de ingeniería.

## **2.5 Ingeniero industrial administrador**

### **2.5.1 Objetivo**

Formar ingenieros Industriales Administradores competitivos en un entorno global y comprometidos para impulsar el mejoramiento de la sociedad.

### **2.5.2 Visión**

La carrera de Ingeniero Industrial Administrador será reconocida como el mejor programa entre los asistentes y universidades públicas del país.

### **2.5.3 Perfil del Egresado**

- Profesionista competitivo a nivel mundial con una formación integral y capacidad de convivencia intercultural.
- Capacidad para documentar, analizar y diagnosticar los procesos de la empresa, así como creatividad para generar los cambios necesarios y efectivos para impulsar su competitividad.
- Capacidad de diálogo y concertación con otros profesionistas integrándose en el trabajo en equipo, ejerciendo liderazgo, con visión global, efectividad para comunicarse en forma oral y escrita, poder de convencimiento y negociación.
- Seguridad y confianza en sí mismo, con mente abierta y actitud cuestionante, capaz de enfrentar los retos, problemas y resolverlos en forma innovadora y efectiva (tríptico de la Facultad de Ciencias Químicas, UANL, 2000)

En la carrera de Ingeniero Industrial Administrador, en lo que respecta a Educación a Distancia ya se está trabajando sobre esto, pues se están instalando en línea las materias de cálculo I y computación; por lo que podemos observar se está tratando de ver que asignaturas se pueden cursar en la modalidad a distancia para su fácil acceso y poder de esa manera cursar la materia

#### 2.5 4 Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniero Industrial Administrador

##### PRIMER SEMESTRE

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Cálculo I	6	3
Introducción a la Ing. Ind	4	2
Física I	6	3
Laboratorio de Física I	2	2
Computación	6	3
Química I	8	4
Laboratorio de Química I	2	2
Comunicación Oral y Escrita	6	3
Introd a la Computación	4	2

##### SEGUNDO SEMESTRE

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Cálculo II	6	3
Álgebra Lineal	6	3
Física II	6	3
Laboratorio de Física II	2	2
Computación Aplicada I	8	4
Química II	8	4
Laboratorio de Química II	2	2
Sociología y Profesión	6	3

##### TERCER SEMESTRE

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Cálculo III	6	3
Ingeniería Mecánica	6	3
Lab. de Ing. Mecánica	2	2
Circuitos de Ing. Eléctrica	6	3
Lab. de Circuitos de Ing. Ele	2	2
Economía General	6	3
Dibujo de Ingeniería	8	4
Apreciación de las Artes	6	3

**CUARTO SEMESTRE**

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Ecuaciones Diferenciales	6	3
Termodinámica	6	3
Administración General	6	3
Invest. de Operaciones I	6	3
Contabilidad General	6	3
Ciencia de Materiales	6	3
Ética del Ejercicio Profesional	6	3

**QUINTO SEMESTRE**

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Probabilidad y estadística	6	3
Mercadotecnia	4	2
Procesos de Manufactura	6	3
Invest. de Operaciones II	6	3
Psicología Industrial	6	3
Análisis de Costos	6	3
Psicología y Desarrollo Prof.	6	3
Cultura de Calidad	6	3

**SEXTO SEMESTRE**

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Estadística Aplicada	6	3
Ingeniería de Métodos I	4	2
Práct. de Ing. de Métodos I	2	2
Control de Prod. e Invent	6	3
Simulación	4	2
Máquinas y Herramientas	4	2
Computación Aplicada II	6	3

**SÉPTIMO SEMESTRE**

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Control Est. de la Calidad	4	2
Ingeniería de Métodos II	4	2
Práct. de Ing. de Métodos II	2	2
Derecho Mercantil y Fiscal	6	3
Ingeniería de la Planta	6	3
CAD/CAM	4	2
Laboratorio de CAD/CAM	2	2
Seg/Admon. del Medio Amb.	6	3

**OCTAVO SEMESTRE**

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Admon. de la Calidad Total	4	2
Ergonomía y Factores Hum.	4	2
Laboratorio de Ergonomía	2	2
Relaciones Industriales	6	3
Ingeniería Económica	6	3
Distribución de la Planta	6	3
Ciencias de Ambiente	6	3

**NOVENO SEMESTRE**

<u>Materia</u>	<u>créditos</u>	<u>hrs. aula o lab./sem.</u>
Diseño de Sistemas	4	2
Diseño del Producto	4	2
Admon. de Recursos Hum.	4	2
Estrategia de Negocios	6	3
Derecho Laboral	6	3
Form. de Emprendedores	6	3
Comp. Comunicativa-Inglés	6	3



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO 3 EL MATERIAL DIDÁCTICO IMPRESO PARA EL SISTEMA ABIERTO DE LA EDUCACIÓN

### 3.1 Tecnología Educativa

El estudio de la Educación a Distancia como Tecnología Educativa, requiere tomar en cuenta el enfoque de algunos autores con respecto a este tema, por ejemplo

Collier, nos dice que la “tecnología Educativa en el sentido más amplio abarca la aplicación de sistemas, técnicas y materiales para poder mejorar el sistema de aprendizaje” (citado por Alicia Hernández F.; 1996:14)

De acuerdo con lo que nos dice Collier, se tiene que aplicar en la tecnología educativa sistemas, técnicas y materiales para que se mejore el sistema de aprendizaje

“La Tecnología Educativa influye especialmente en el momento del diseño o planteamiento, en el que se determinan las estrategias a seguir en el desarrollo del curso, además para que la información pueda llegar al alumno, los materiales deben reunir condiciones básicas en cuanto a la presentación, al lenguaje y a la diagramación”

( \_ \_ \_ \_ \_ f \_ p \_ \_ \_ \_ r \_ p \_ \_ \_ \_ d \_ \_ \_ \_ n a d \_ \_ \_ \_ \_ p \_ e \_ \_ \_ \_ g a t \_ \_ \_ )

De acuerdo a los tópicos encontrados en internet, nos menciona que la tecnología educativa debe estar presente cuando se realiza el diseño de un programa, la información debe tener un lenguaje y presentación adecuados; así como diagramas, por lo tanto de acuerdo a nuestra propuesta esto se ve reflejado en ella

El Centro de Experimentación para el Desarrollo de la Formación Tecnológica (CEDEFT) (1978), se refiere a la “tecnología educativa, como la aplicación sistemática del conocimiento científico y organizado a la solución de

problemas, con el propósito de mejorar la eficiencia y efectividad del sistema educativo” (citado por Alicia Hernández F.; 1996:15)

Según lo planteado por el Centro de Experimentación, la tecnología tendrá que sistematizar el conocimiento y así solucionar los problemas para mejorar el sistema educativo en nuestro caso el proceso de aprendizaje de la Ciencia de Materiales.

Contreras Ogalde (1980), nos dice que la “tecnología es la aplicación de conocimientos científicos a la solución de problemas de la educación”. La Tecnología Educativa nos presenta el proceso de enseñanza - aprendizaje en forma sistemática y organizada y proporciona estrategias, procedimientos y medios emanados de los conocimientos en que se sustenta.(citado por Alicia Hernández F , 1996:14)

Contreras se enfoca a los instrumentos y herramientas que favorecen el aprendizaje y que tienen mucha vinculación con el material didáctico impreso al que en ésta propuesta se maneja como punto central y que del cual en el próximo capítulo haremos referencia más ampliamente.

“La información tecnológica, como una importante área de estudio en sí misma, está afectando los métodos de enseñanza y de aprendizaje a través de todas las áreas del currículo, lo que crea expectativas y retos”. (Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99. “Nuevas Tecnologías en la educación”)

Según lo que se menciona en la enciclopedia Encarta, la tecnología se encuentra actualmente en la enseñanza y el aprendizaje, esto proporciona que se tengan más fuentes de información y así tener mayores conocimientos día a día, lo cual da como consecuencia retos y expectativas.

En una Reunión Nacional de Tecnología Educativa, llevada a cabo en Madrid, (1976); definieron a la tecnología educativa como: " una forma de diseñar, desarrollar y evaluar el proceso total de enseñanza – aprendizaje en términos de objetivos específicos, basada en las investigaciones sobre el mecanismo del aprendizaje y la comunicación, que aplicando una coordinación de recursos, instrumentales y ambientales, conduzca a una educación más eficaz" (citado en el Diccionario de las Ciencias de la Educación, 1997:1330)

En lo que respecta a lo mencionado en la Reunión Nacional de Tecnología educativa, el proceso total de enseñanza – aprendizaje debe ser diseñado, desarrollado y evaluado objetivamente de acuerdo al mecanismo de aprendizaje, así como de la comunicación.

En esta propuesta de tesis no se pretende abordar todos los criterios de la Tecnología Educativa; pero sí se pueden mencionar algunas características:

- Aplica sistemas, técnicas y materiales para mejorar el aprendizaje.
- Se realiza una aplicación sistemática de conocimientos científicos para la solución de problemas de la educación.
- Se tiene una forma sistemática de planificar, implementar y evaluar el proceso de aprendizaje en su totalidad, con el objetivo de obtener una instrucción más efectiva
- Proporciona una organización de los sistemas y procedimientos educativos además asigna los recursos para obtener resultados en educación específicos y repetibles.
- Aplica sistemáticamente el conocimiento científico y organizado a la solución de problemas, para mejorar la eficiencia y la efectividad del sistema educativo

Cuando la educación se lleva a cabo con un enfoque tecnológico y el papel que juega éste en la educación a distancia, se entiende que se está

realizando una planificación, sistematización y una globalización de todos los puntos que intervienen en ella para poder tener mejores resultados.

### 3.2 Educación a Distancia

Por medio de diversas formas utilizadas por la Educación Superior se pretende promover una "Educación para Todos", la educación permanente busca alternativas que puedan satisfacer los intereses y necesidades sociales.

Por lo tanto nos podemos preguntar: ¿Qué es la Educación a Distancia y cuáles son sus principios?

Algunos expertos en la materia mencionan que la educación a distancia es. (citado por Alicia de la Caridad Hernández Fernández, 1996:9)

- Separación profesor – alumno
  - Utilización de medios técnicos
  - Organización apoyo (tutoría)
  - Aprendizaje individual
  - Comunicación bidireccional
  - Enfoque tecnológico
- 
- Comunicación masiva
  - Procedimientos industriales

Podemos dar como una definición concluyente de los puntos antes mencionados según Lorenzo García Aretio, (1989), como: "La Educación a Distancia es un sistema tecnológico de comunicación masiva y bidireccional que sustituye la interacción personal en el aula de profesor – alumno como medio preferente de enseñanza, por la acción sistemática y conjunta de diversos recursos didácticos y el apoyo de una organización tutorial, que propician el aprendizaje autónomo de los estudiantes" (citado por Alicia de la Caridad Hernández Fernández, 1996 9)

De acuerdo a lo que concluye García Aretio, tenemos a la educación a distancia como un sistema actual en el cual la comunicación se puede dar de

manera masiva y bidireccional, siendo ésta última el caso de nuestra propuesta; pues el alumno no se encontrará presente con el maestro y éste al momento de utilizarlo tiene que tener bien claro los conceptos allí expuestos, es por eso que el material está muy detallado; teniendo así que el alumno adquirirá un aprendizaje autónomo ayudado por la asesoría del maestro.

Según Nipper (1989) y Kaufman (1989) hay tres generaciones de Educación a Distancia.

- Primera en esta se utiliza sólo una tecnología; la correspondencia.
- Segunda: aquí se incluyen la comunicación bidireccional realizada por un tutor, y un ejemplo de ésta son las universidades de educación a distancia.
- Tercera en ésta se presentan la comunicación bidireccional, pero realizada entre el maestro y el estudiante distante; o entre los estudiantes ya sea individual o grupal (citado por A.W. Tony Bates, 1999.42)

En nuestra propuesta didáctica tenemos una comunicación bidireccional, la cual se da entre el maestro y el alumno por medio de las visitas que éste realice a la institución para presentar sus trabajos; si observamos las tres generaciones presentadas podemos decir que esta propuesta se relaciona con la tercera; porque efectivamente el alumno autoaprenderá por medio del material didáctico impreso y el maestro sólo lo asesorará.

### 3.2.1 Principios de la Educación a Distancia

Es necesario mencionar en la Educación a Distancia los principios y objetivos que justifiquen este modelo nuevo de enseñanza. Se dice que es una alternativa del sistema presencial, que puede llegar a donde y a quienes ésta no puede llegar de otra forma, con calidad y atendiendo a necesidades educativas. Los Principios de la Educación a Distancia son: (citado por Alicia de la Caridad Hernández Fernández, 1996 9)

- Corresponder a las necesidades, intereses y problemas reales de la Educación Superior del País; que sean específicos de los sectores populares marginados de la ciencia, la técnica y la cultura.
- Democratización del saber; por medio de formas alternativas de la educación superior se pretende dar una educación para todos, teniendo como consecuencia una formación integral del hombre y además la difusión de la ciencia, la técnica y la cultura.
- Educación Permanente: por medio de esta educación se pretende buscar alternativas que puedan cubrir las necesidades e intereses sociales. Por lo tanto va a permitir a todas aquellas personas que deseen tener más conocimientos en alguna rama de la ciencia ingresar a una Universidad Abierta satisfaciendo así sus necesidades.

Estos principios se basan fundamentalmente en las razones que dieron lugar al nacimiento de este tipo de enseñanza como una necesidad básica social, lo cual se refleja en los objetivos y práctica educativa de las Universidades a Distancia.

En la educación a Distancia se presentan puntos que son necesarios para llevarse a cabo:

- La planificación y ejecución del diseño
- Producción, distribución, emisión de materiales de estudio
- La coordinación de los recursos personales y materiales
- La evaluación coherente de los aprendizajes, del diseño, los recursos y los medios utilizados. (citado por Alicia de la Caridad Hernández Fernández, 1996 16)

En la Educación a Distancia; el diseño, los recursos y los medios utilizados tienen más problema para su corrección inmediata comparada con la educación tradicional, en donde el profesor retroalimenta inmediatamente al alumno; además puede modificar la programación del curso si es necesario o el proceso de aprendizaje según el grupo.

Por otro lado en el Sistema de Educación a Distancia; como no se tiene contacto directo profesor – alumno, se necesita que los contenidos del programa tengan claridad, estructura y organización para que se pueda llevar a cabo el aprendizaje por esta modalidad. Por lo tanto es importante la elaboración del material didáctico impreso que se tiene que utilizar.

La Educación a Distancia es una modalidad en donde se utilizan nuevas estrategias de aprendizaje tales como, combinación de recursos, medios, formas de trabajar, formas de dirigir y de organizarse. Por lo tanto esta se basa en el uso de tecnología para aprender, en donde no hay limitación de lugar, tiempo, ocupación o edad de los usuarios; dando como consecuencia el uso de nuevas actitudes y nuevas metodologías.

En base a lo anterior se hace una propuesta en esta tesis, del uso de material didáctico impreso para los alumnos de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL que no acuden al salón de clase; pues no lo permite la administración, debido a que están cursando la asignatura en tercera oportunidad no registrada.

En éste material didáctico impreso, además de contener el programa y fechas de exámenes, también se proporcionan las actividades que debe realizar el alumno durante el semestre. La educación a distancia y su tecnología permite desarrollar el aprendizaje a partir de un sistema abierto y a distancia.

### **3.3 Aprendizaje en un sistema abierto y a distancia**

Las universidades se han visto envueltas en un serio problema debido al crecimiento de los conocimientos y la tecnología, pues cada vez más personas quieren aprender, y uno de los factores que impide ello es el espacio insuficiente en las instituciones, así como la dificultad para asistir regularmente a centros de enseñanza universitarios

Debido a ello, en la Ley General de Educación de 1970; se ve la posibilidad de dar educación al mayor número posible de personas, considerándose así el artículo 47 (puntos 1 y 2) en donde se pretende implantar una modalidad nueva de estudio, la cual podría ser por correspondencia, radio y televisión (J.L. García Llamas, 1986:14)

Para Peñalver (1981), la educación abierta y la educación a distancia surgen como resultado de los siguientes fenómenos:

- El fenómeno político – social de la rápida expansión educativa o sea la “masificación de la enseñanza”.
- La renovación día a día de los conocimientos y la tecnología, lo cual a generado una diversidad de estudios.
- La profundización y perfeccionamiento de la enseñanza individual.
- Los grandes avances tecnológicos que se han dado en la comunicación y la informática, teniendo como consecuencia otros medios de aprendizaje como lo son equipos de grabación, reproducción y transmisión del sonido y de la imagen, sin limitar el tiempo y la distancia y la utilización de computadoras.
- La demanda tan grande que hay de gente que trabaja y quiere estudiar, y por lo mismo requiere de flexibilidad en el tiempo y espacio, así como de métodos de enseñanza diferentes a los de un estudiante sin obligaciones fuera de la universidad.
- Satisfacción de la demanda de actividades de extensión universitaria para la población en general. (citado por J.L. García Llamas, 1986:30-31)

Con respecto a lo mencionado, se tienen que tomar en cuenta ciertas teorías del aprendizaje, para que realmente éste sea efectivo y se pueda adquirir de la forma más conveniente. Primeramente definiremos el aprendizaje según Fernando Hernández, como “la cualidad evolutiva vinculada al desarrollo

de los individuos, y derivada de su necesidad de adaptación al medio físico y cultural” (Fernando Hernández, 1993:58)

De acuerdo a todos los fenómenos antes mencionados, los cuales surgieron por la necesidad de dar más educación a mayor número de personas y que éste aprendizaje obtenido fuera efectivamente en desarrollo constante del individuo, para posteriormente adaptarse al medio físico y cultural; y por lo tanto abordaremos algunas teorías del aprendizaje relacionadas con la propuesta didáctica

### 3.3.1 El aprendizaje según el conductismo

Thorndike realizó estudios sobre el aprendizaje considerando por igual a los animales y al hombre, dando como consecuencia su teoría de “La ley del aprendizaje causal”, en donde menciona que el organismo repite ciertas acciones que tienen una relación causal con el resultado deseado.

Por lo tanto el punto principal de este modelo es que el organismo logre el éxito, pues es el resultado que él espera. De tal modo se puede decir que el alumno no aprende si no se encuentra motivado, y una de las más importantes motivaciones que puede tener es creer que tendrá éxito, que va a aprender todo o que se le enseñe.

Otra de las cuestiones que nos menciona Thorndike, es el principio de “ensayo y error” para que se lleve a cabo un aprendizaje en el humano; esto quiere decir que muchas veces nos encontramos en situaciones inestables o confusas, en donde las reglas no están bien definidas y por consiguiente se realizan varias pruebas que a veces nos conducen al resultado deseado; y por consecuencia la experiencia queda aprendida.

Existen otras dos leyes que nos menciona Thorndike, la “Ley de la frecuencia” que nos dice que a veces es necesario repetir la acción para que

se dé el aprendizaje, y la "Ley del Efecto" que nos marca que una acción que se ha realizado con los resultados esperados, es posible que vuelva a ocurrir de manera similar; aunque en ocasiones este ejercicio repetitivo no conduce a un aprendizaje progresivo, sino que da como consecuencia la inhibición.

Cuando se lleva a cabo un aprendizaje por medio de la ley del efecto, no necesariamente se aprende obteniendo los resultados esperados, también se aprende con los fracasos o frustraciones.

Otro autor, Skinner menciona dos tipos de comportamiento; el "reactivo", el cual es provocado por diferentes estímulos y se presenta más que nada en animales y el "operativo" que es el típico de los seres humanos. Skinner, nos define el comportamiento operativo como: "el comportamiento actúa en el medio ambiente y provoca determinadas consecuencias en el propio sujeto" dando como consecuencia un aprendizaje posterior. (citado por Fernando Hernández, 1993: 61)

Según lo mencionado por Skinner, cuando el individuo se encuentra bajo un determinado contexto o ambiente, le ocasiona ciertas experiencias que después aprende de ellas.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3.3.2 El aprendizaje mediante penetración comprensiva

Este modelo está relacionado con la escuela de la Gestalt, o sea a la idea de asociación; lo cual quiere decir que el sujeto puede superar alguna dificultad, soluciona el problema y por consecuencia aprende; ya sea por medio de una ocurrencia, comprensión repentina o intuición. De tal manera que esta forma de aprender no es mecanizada pues, la asociación se ha realizado de manera intelectual es decir se ha comprendido y por lo tanto, es más fácil reproducirla

Por otro lado, si el individuo no tiene una visión global de la estructura y las relaciones que existen entre los elementos del problema, la situación se vuelve confusa y caótica y no hay comprensión; y por consecuencia no se da el aprendizaje.

Para solucionar este problema el sujeto deber estructurar bien la información para que la pueda comprender, de tal manera que la analizará.

En este tipo de modelo, la persona que aprende se mantiene activa; además lo que se aprende no lo deposita sólo en su mente sino que ese aprendizaje lo hace significativo, o sea llega a formar parte de su propio conocimiento. En el aprendizaje por comprensión no se puede permitir la mecanización, pues ya no tendría sentido dicho aprendizaje.

El aprendizaje que se presenta en la escuela si lo relacionamos con este modelo, podemos decir que:

- Cuando se expone correctamente y de manera verbal un contenido o se asigna una tarea, hay muy poca probabilidad a utilizar la prueba de ensayo – error.
- Si el alumno observa algunos materiales y los aprende y comprende, este aprendizaje que realizó es más significativo y se le dificulta menos que si lo hubiera aprendido de manera mecánica.
- Otra forma es aprender cuando el alumno se le presenta un problema y de alguna manera lo resuelve; cuando ese problema se vuelve a presentar ya no se le dificulta solucionarlo.

Hay algunos problemas que se presentan en este tipo de modelo:

- El maestro tiene que ser capaz de que lo que el plantea en su clase, el alumno lo comprenda.
- La dificultad para poder evaluar en qué proporción y con qué calidad el alumno comprendió el contenido.

Aún con todo lo antes mencionado, el aprendizaje por comprensión; si se lleva a cabo de manera correcta se obtienen muy buenos resultados.

### 3.3.3. El aprendizaje y las emociones

Freud, aunque no se enfocó directamente en el aprendizaje; realizó estudios sobre las emociones y las consecuencias que se podían presentar en las personas, si nos ubicamos en la educación; tanto maestros como alumnos a veces son difíciles de tratar.

Por otro lado, si consideramos el psicoanálisis; hay que tratar de evitar por ejemplo "el alumno no aprovecha porque tiene problemas familiares" y en base a esto hay que buscar la manera en como va a actuar la institución y los profesores.

Hay etapas en la vida en donde se presentan problemas personales, y esto dificulta el aprendizaje; se dice que una de las épocas más favorables para que se dé el aprendizaje, es en la etapa de la latencia la cual oscila entre los seis años y la pubertad, hasta después de la adolescencia.

Fernando Hernández (1993) nos dice: "la falta de éxito en los aprendizajes se puede deber, además de a causas imputables, a las formas de organizar los sistemas de enseñanza, al estado emocional del alumno, que puede agregarse o minimizarse por el tratamiento escolar recibido" (Fernando Hernández, 1993 66)

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Para que un aprendizaje sea efectivo y sea adquirido por medio de la práctica, es necesario que la práctica se repita; pero que haya diferencia cada vez.

Cuando se lleva a cabo la repetición de un ejercicio, a veces el alumno no logra observar donde está su error y en lugar de ayudarlo, bloquea el aprendizaje; por lo tanto hay que utilizar otros medios, tales como información oral, escrita, visual, etc. y con esto podría ayudarnos a mejorar esta situación.

Resumiendo, podemos decir que si se toman en cuenta los factores emocionales y afectivos; cuando se lleva a cabo el aprendizaje y la enseñanza, puede ser de mucha utilidad cuando se planea un curso y cuando se lleva a la práctica.

#### 3.3.4. El aprendizaje por descubrimiento

En este aprendizaje siempre se ha mencionado la enseñanza considerada, la cual trata de la experiencia que se adquiere del aprendizaje escolar con la vida diaria del alumno, de su entorno físico y su ambiente social.

Este modelo hace énfasis en que la enseñanza se basa en la acción, en solucionar los problemas que se dan día con día y en creer que los niños sólo aprenden de lo que descubren por sí mismos o de lo que investigan.

Dewey aporta una serie de fases del aprendizaje, los cuales son grados del proceso didáctico y siguen un orden:

1. Se presenta un problema entre un suceso pasado y una nueva dificultad, llevando esto a enfrentarse al reto de poder solucionar dicha dificultad.
2. Delimitar esa dificultad, definir el problema y establecer una meta de trabajo.
3. Plantear varias soluciones así como suponer hipótesis.
4. Aplicar una metodología para posibles soluciones del problema.
5. Llevar a cabo la solución del problema. (Fernando Hernández, 1993:68)

Cuando un alumno se encuentra con conocimientos más difíciles de aprender, y éste realiza el descubrimiento; dicho descubrimiento le es más significativo y por lo tanto adquiere experiencia de las operaciones realizadas.

Fernando Hernández (1993), cita algunas críticas hechas por Ausubel (1976) y Wittrock (1974) en sus trabajos, las cuales se mencionan a continuación:

1. Los alumnos deben ser pensadores creativos y críticos, el significado es producto exclusivo del descubrimiento creativo y no verbal, y en la educación escolar el objetivo es resolver problemas.
2. Cuando se aprende algo por medio del descubrimiento no se puede pasar con facilidad a otras situaciones del aprendizaje.
3. Cuando se quiere aprender por descubrimiento se requiere de mucho tiempo.
4. Este modelo es útil para alumnos de primaria, pero muy poco provechoso para alumnos de escolaridad más avanzada con un cierto grado de madurez en cuanto a conocimientos; pues ya tienen un vocabulario básico.
5. Si el alumno tiene que descubrir todo lo que va a aprender, esos conocimientos que adquiera los podrá utilizar en un momento dado.

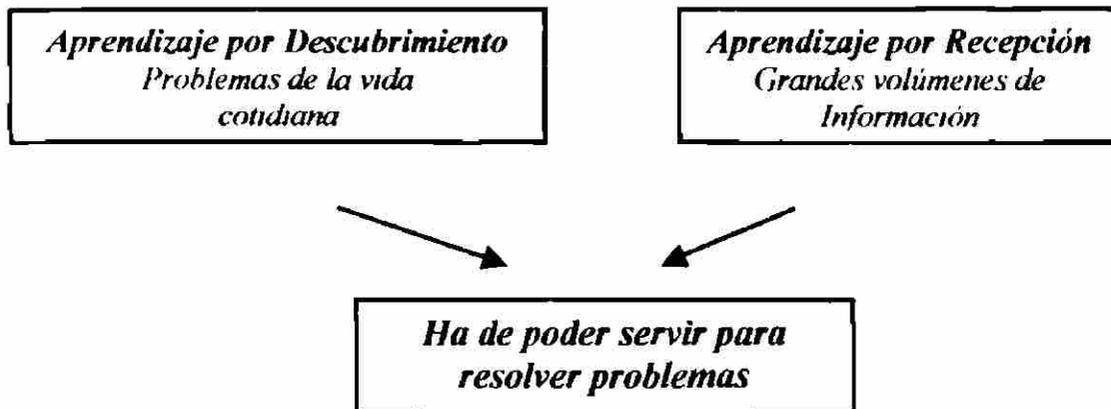
Aunque se mencionaron varias críticas del modelo, resulta provechoso adquirir conocimiento por medio de lo que descubre el alumno, pues el aprendizaje es más significativo que si sólo se diera de manera verbal.

### 3.3.5 El aprendizaje significativo por recepción

Cuando se tiene un aprendizaje significativo, ya sea por recepción o por descubrimiento; el contenido de este aprendizaje es expresado por los alumnos como ellos lo comprendieron, no al pie de la letra, ya sea por medio de una imagen, un símbolo, etc.

Ausubel (1976), esquematiza el aprendizaje significativo por recepción; de la siguiente manera: (citado por Fernando Hernández, 1993:76)

Modelo básico de aprendizaje de Gagné (1974)



Además de las dos teorías mencionadas, también se ve involucrada la teoría del procesamiento de la información en donde se lleva a cabo el siguiente proceso:

1. Se lleva a cabo un diagnóstico sobre el conocimiento que posee el alumno.
2. Los resultados del diagnóstico se organizan, de acuerdo a la información y la experiencia de la enseñanza y el aprendizaje que posea el profesor y de lo que asimilará el alumno.
3. Se lleva a cabo una observación evaluativa de la relación que el alumno ha desarrollado de ésta acción y el hecho de que se produzca la generalización crítica a otras situaciones.
4. El resultado de las acciones realizadas puede servir para iniciar un nuevo diagnóstico de enseñanza – aprendizaje.

Para poder llevar a cabo este tipo de teoría se requiere que; el profesor tenga flexibilidad en la interpretación de las ideas previas de los alumnos, buena capacidad para improvisar actividades de aprendizaje significativo y conocimientos pedagógicos para corregir a los estudiantes cuando se presenten interpretaciones inadecuadas.

### 3.3.6 El aprendizaje como procesamiento de información

Según Lindsay y Norman (1983), existen tres tipos de operaciones que se relacionan con la memoria y hacen posible que se estudie un tema y se pueda asimilar una información compleja.

1. Para aprender un contenido nuevo, ya sea habilidad, información, actitud, etc..., la persona tiene que tener algo de información sobre ese contenido. La información que puede ser obtenida ya sea oral, visual, escrita, sensorial, etc...; se acumula gradualmente en la memoria. A éste proceso se le llama "acreción" y su función es adquirir información nueva.
2. En esta otra operación se hace referencia de que si la información que se adquiere es totalmente nueva para la persona, necesita reestructurar los esquemas en su memoria y por lo tanto organizar el conocimiento. Lo anterior es lo que un individuo realiza cuando adquiere una información nueva, y se supone que hay una flexibilidad para poder adaptar y reestructurar la información.
3. La tercera operación se presenta cuando los nuevos esquemas se ajustan, para que pueda concordar con la nueva información y se satisfagan las necesidades que fueron planteadas con su uso y puedan ser eficaces. (citado por Fernando Hernández, 1993:77 y 78)

Las operaciones anteriores se presentan regularmente en el proceso de enseñanza – aprendizaje que tienen contenidos complejos. El profesor, con su experiencia puede hacer por medio de una planificación y una práctica que los contenidos complejos se asimilen con mayor facilidad.

### 3.3.7 El aprendizaje como proceso constructivo

Este tipo de modelo se sitúa en el estudio de los procesos de aprendizaje que están relacionados con la edad del alumno y la cantidad de conocimiento.

Según Piaget hay tres tipos de actividades que realizan los seres humanos para desarrollar su conocimiento: la asimilación la cual nos dice que es la acción que presenta el individuo sobre las cosas que lo rodea; la acomodación es cuando el ser humano reacciona a lo que le rodea y la adaptación, que es el equilibrio entre la asimilación y la acomodación y con esto se permite una nueva estructura del conocimiento.

De acuerdo con lo que nos menciona este modelo, cada fase de desarrollo que se presenta se fundamenta en la anterior, recordando de nuevo a Piaget, nos dice que los seres humanos conocen la realidad y la adaptan de acuerdo a su asimilación y cuando lo requieren la reconstruyen.

En este tipo de modelo no se puede prescindir del proceso de acomodación, lo cual hace que las construcciones simbólicas se adapten a la realidad. Los desequilibrios que se presentan entre el proceso de asimilación y el de acomodación, traen como consecuencia el desarrollo cognoscitivo.

---

Carretero (1987), resume los postulados constructivistas sobre el aprendizaje de la siguiente manera: (citado por Fernando Hernández, 1993:73,74)

1. El proceso de aprendizaje es constructivo interno. Si aplicamos esto a la educación tenemos que cuando al alumno se le presenta una cierta información éste la reconstruye por medio de una experiencia interna.
2. El desarrollo cognoscitivo del alumno depende del grado de aprendizaje.
3. Cuando se tiene un proceso de reorganización interna se da el aprendizaje. Cuando se recibe una información y hasta que se asimila, este proceso tiene varias etapas las cuales pueden ser modificadas hasta que se comprendan plenamente. Por otro lado, el constructivismo no se explica porqué un

adolescente o una persona adulta no entiende cierta información y no puede ser capaz de resolver un problema.

4. La manera más eficaz para que se pueda lograr un aprendizaje es cuando se presentan conflictos cognitivos. Esto es realizado por el maestro y se los presenta a los alumnos y ellos ya saben que hacer.
5. Cuando se da una interacción social el aprendizaje se ve favorecido; por lo tanto cuando un alumno ha aprendido algo no sólo va a pensar, sino que va a actuar. Por ello, la imitación y el esfuerzo son necesarios para que se dé el aprendizaje.

Algo que es importante recalcar en este modelo es, que el conocimiento se obtiene de la reorganización de un conocimiento anterior y toda la nueva adquisición la importa, para relacionarla con lo ya adquirido. (Fernando Hernández, 1993:75)

Estando de acuerdo en lo que nos dice Fernando Hernández sobre el aprendizaje como proceso constructivo; el individuo obtiene un determinado conocimiento el cual lo tiene organizado, y cuando adquiere uno nuevo lo relaciona con el anterior.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Esta teoría del aprendizaje constructivo está muy relacionada con el tema II de la asignatura de Ciencia de Materiales que se presenta en nuestra propuesta didáctica, pues para que el alumno pueda adquirir los nuevos conocimientos de esta materia; tuvo que haber obtenido información en semestres anteriores de diferentes materias tales como, Química II, Álgebra Lineal, Cálculo III e Ingeniería Mecánica; para así cuando el aprenda lo nuevo lo relacione y obtenga un aprendizaje completo.

En este capítulo tratamos algunos conceptos básicos para nuestra propuesta como lo es la tecnología educativa, la cual nos da a conocer que para que se pueda mejorar un sistema de aprendizaje se tienen que aplicar técnicas, sistemas y materiales; así como herramientas las cuales nos van a servir para dar solución a los problemas que se nos presenten.

Por otro lado para que la educación pueda llegar a todo mundo, es indispensable hacer uso de la tecnología; dando como resultado lo que llamamos la educación en un sistema abierto y a distancia y pudiendo así satisfacer las necesidades sociales

Para que se pueda dar este aprendizaje de manera significativa se requiere que los programas que se van a poner en práctica estén perfectamente bien diseñados, por ello es que también en este capítulo se presenta algunas teorías del aprendizaje, siendo la más apegada a nuestra propuesta la del aprendizaje como proceso constructivo; por lo tanto en el próximo capítulo se presenta el desarrollo del diseño curricular en detalle para el tema II de la asignatura de Ciencia de Materiales.

Enseguida se exponen los fundamentos para poder utilizar el material didáctico impreso como un medio que es por excelencia usado en las universidades que tienen la modalidad a distancia en educación, así como algunos factores que ayudan a la educación en esta modalidad como lo son: la comunicación, la educación individualizada y la motivación.

### **3.4 Los Materiales Didácticos Impresos y su relación con la Educación a Distancia**

En la educación a distancia es muy importante la elaboración de materiales didácticos impresos, por lo tanto se tiene que considerar en la educación superior como un proceso en donde se conjugue lo cognoscitivo y lo afectivo.

Sabemos que este tipo de enseñanza es bidireccional y que el maestro solo es intermediario, por lo tanto la comunicación es muy importante para que el conocimiento se pueda transmitir del maestro al alumno. De otro modo, si la comunicación es verdadera; este proceso resulta ser efectivo y productivo. (Quintanilla Abad Mantza, 1996:23)

De acuerdo a lo que nos dice Maritza Quintanilla (1996), el maestro tiene que tener una buena comunicación con el alumno para que se pueda dar ese aprendizaje, por lo tanto el maestro sólo es un intermediario.

El material didáctico impreso es una herramienta muy importante y hace posible que se dé un aprendizaje independiente; por lo tanto es imprescindible que la comunicación garantice información accesible al alumno.

En los sistemas de educación a distancia, el lenguaje escrito es el instrumento mediante el cual llega la información al alumno; teniéndose en cuenta el proceso de comunicación: emisor, código, canal, mensaje y receptor.

Cuando se elaboran los materiales didácticos impresos, el maestro formula el mensaje que quiere que llegue al alumno por medio de las reglas del código que ha seleccionado; de esta manera el maestro codifica la información para que el alumno la comprenda. Por lo tanto es importante que el código utilizado sea común entre el maestro y el alumno, y para ello se requiere que los signos, letras, palabras, oraciones, etc. se combinen de tal manera que tengan un significado congruente en la asignatura para que el alumno reciba la información efectiva

En este sistema de autoaprendizaje, es importante que se oriente al alumno por medio de recursos técnicos como los son; resúmenes, cuestionarios de repaso, gráficos, esquemas, etc. teniéndose en cuenta que se ha utilizado el

código adecuado para que llegue esta información al alumno, la cual él interpretará y comprenderá, y por consiguiente se dará la retroalimentación con el maestro.

En la modalidad de distancia en la educación, la retroalimentación se presenta por medio de la respuesta a los cuestionarios de repaso, exámenes, ejercicios y actividades por parte del alumno y el maestro lo recibe para su evaluación.

Es muy importante que el maestro, el cual es el emisor se apoye también en otros medios pedagógicos para que los materiales escritos realmente cumplan su función; el autoaprendizaje. (Quintanilla Abad Maritza, 1996:25)

La creación y planificación del material didáctico impreso para la educación a distancia, es una parte importante del proceso; pues ésta representa una herramienta muy útil para el curso. La eficiencia y eficacia de un sistema educativo no solo está dado por la tecnología y los materiales didácticos modernos, sino por que éstos sean bien utilizados.

Desde que Gutenberg (1450) inventó la imprenta, la impresión ha sido la tecnología de enseñanza que ha predominado; de hecho el material didáctico impreso es la principal herramienta del maestro en la educación formal, la capacitación y la educación a distancia.

Desde el punto de vista pedagógico; el material impreso es un medio poderoso, es el medio intelectualmente superior en comparación con la televisión la cual es un sistema pasivo y “vuelve a las personas menos inteligentes y con menos imaginación” (Greenfield, 1984). El material didáctico impreso es un excelente medio para desarrollar destrezas tales como; comprensión de principios y el desarrollo del razonamiento lógico. (citado por A.W. Tony Bates, 1999:156)

En cuanto a lo que menciona Bates (1999), efectivamente el material didáctico impreso es muy importante y útil, pues nos permite comprender diferentes temas; así como poderlos razonar. Si lo comparamos con la televisión podemos decir que éste medio nos proporciona, si se puede decir que “todo ya hecho”, por lo tanto nos vuelve pasivos y con menos imaginación.

Postman (1982) menciona que; “el material impreso proporciona las bases necesarias para el pensamiento intelectual y científico, y que con la llegada de la televisión el pensamiento racional ha sido severamente socavado”(citado por A W Tony Bates, 1999:156)

En muchas de las veces los materiales didácticos impresos se convierten en el medio principal para que se lleve a cabo la comunicación y se dé el aprendizaje. Por ello es que el material didáctico impreso diseñado en nuestra propuesta, está realizado de tal forma que el alumno no tenga ningún problema en comprenderlo y pueda realizar los ejercicios el mismo; pues de ello dependerá que apruebe la asignatura.

Sarramona (1981), menciona que el material impreso “permite avanzar al alumno según sus posibilidades y dedicación, sin tener que someterse a un ritmo colectivo; hace posible la aceleración y la selectividad en la captación del mensaje, con lo que se consigue la individualización didáctica” (citado por J.L. García Llamas, 1986:73)

Por otro lado el material didáctico permanece físicamente, además facilita el aprendizaje autónomo al alumno, proporcionándole la adquisición de nuevos conocimientos.

El material didáctico impreso tiene varias ventajas, según García Llamas (1986).

- El alumno marca su ritmo de trabajo
- Se puede revisar siempre
- Se puede adaptar a las técnicas de instrucción programadas
- Puede extenderse indefinidamente, en público y en materias

Para que un sistema a distancia basado en materiales didácticos impresos tenga buena eficiencia, se requieren varias condiciones:

- Se adecuan los objetivos didácticos con respecto al material impreso.
- La habilidad que tenga el autor de expresarse, como la planificación, la secuencia y adaptación del tema.
  - La habilidad que tenga el alumno para leerlo, puesto que el fundamental.
  - Que esté bien estructurado para poder transmitir eficazmente y sin errores la información, valoración y orientación.

Un material didáctico impreso debe ser atractivo el formato para que incite al alumno a leerlo, así como también tener buena tipografía e ilustraciones. Por ejemplo la enseñanza por correspondencia solamente utiliza el material didáctico impreso, siendo también básico en la educación abierta y a distancia

En el proceso de enseñanza - aprendizaje, el material didáctico impreso o unidades didácticas, son fundamentales e imprescindibles en el sistema de educación a distancia, siendo así la principal herramienta entre el maestro y los alumnos

De acuerdo con lo que nos dice García Llamas (1986), la unidad didáctica es "el material escrito sobre alguna área específica del conocimiento y que, en forma coherente y lógica, posee una estructura sólida en el desarrollo de los contenidos, los cuales responden a objetivos educacionales previamente formulados" (J.L. García Llamas, 1986:76)

Para elaborar los materiales didácticos impresos se tiene que planificar su estructuración, en donde se van a fijar los objetivos didácticos que se quieren lograr; y basándose en estos crear el contenido, así como adecuarlo a las necesidades del alumno y de la enseñanza superior a distancia.

Por otro lado la unidad didáctica debe contener; además de la presentación del tema, una organización y orientación hacia el alumno para realizar los trabajos ahí descritos, tomando en cuenta las dificultades de aprendizaje con las que se puede enfrentar. Debe de ser una guía completa, tema por tema, de lo que requiere el alumno en la asignatura, así como se deberán incluir las técnicas de estudio que van a utilizar.

Las guías didácticas ó materiales didácticos impresos, contienen textos de unidades didácticas y texto convencional. Este material se puede utilizar cuando el maestro necesita completar el material básico en cuanto a los aspectos metodológicos y didácticos.

En este material didáctico impreso se hace referencia al propósito de cada sesión, a los objetivos generales que se espera que los alumnos alcancen; a las orientaciones concretas para el estudio de las unidades que forman el curso, a los materiales y recursos didácticos básicos que puedan utilizarse, programación de la asignatura, bibliografía, así como actividades de aprendizaje y evaluación.

Estos materiales didácticos impresos tienen como finalidad:

- Presentar al alumno el propósito de la sesión
- Concretar objetivos de cada tema ó unidad
- Especificar la bibliografía de apoyo
- Reforzar el aprendizaje por medio de ejercicios en cada sesión
- Orientar sobre las pruebas de evaluación

- Orientar sobre la metodología que se va a seguir para las actividades prácticas y cursar así con éxito la asignatura.

Por lo tanto, de lo anterior podemos decir que se le facilitará al alumno; el estudio y comprensión del libro de texto y se complementarán los contenidos del programa que no aparezcan en él. No obstante la bibliografía es un factor importante en los materiales didácticos, pues a través de ellos se amplía el desarrollo de los temas. Además se pueden hacer comparaciones de los contenidos en los diferentes libros, formando así en el alumno una actitud crítica y selectiva.

Se considera que el material didáctico impreso es imprescindible cuando se realizan ejercicios de autoaprendizaje, en lo que respecta a educación a distancia, pues en él se presentan todas las indicaciones a detalle para poder realizar dichos ejercicios.

En éste tipo de material se pueden presentar palabras, números, notación musical, y figuras y diagramas bidimensionales.

Los diagramas y las ilustraciones en un material didáctico impreso pueden utilizarse para representar más concretas y en forma física las ideas de conceptos abstractos, además dan mayor flexibilidad al texto para representar los conocimientos. Por lo tanto los libros han sido el principal medio tradicional de presentar la información en la educación (A.W. Tony Bates, 1999:157)

Existe una diferencia marcada entre el material didáctico impreso para educación a distancia y el material didáctico impreso de otro tipo, pues en los primeros se debe suponer la respuesta de un alumno al material didáctico impreso, y puede hacerse de la siguiente forma:

- Expresar los objetivos detalladamente para cuantear los resultados

- El material didáctico impreso debe de llevar títulos y subtítulos para poder entenderle mejor
- Autoevaluación por medio de preguntas
- Actividades con respuestas
- Examen o evaluación
- Ejercicios resueltos para saber como proceder

En los segundos, puede haber variación desde textos muy estructurados en los cuales contengan actividades explícitas; hasta textos muy densos y poco estructurados, que carezcan de títulos y den pocas indicaciones al estudiante.

El material didáctico impreso es pedagógicamente flexible y puede ser diseñado para adaptarse a cualquier enfoque y objetivo de enseñanza. Cuando se tiene un material didáctico impreso, con facilidad se puede acudir a éstos para tener una retroalimentación, en donde se van a proporcionar las respuestas de las actividades realizadas.

Cuando se lleva a cabo la retroalimentación entre estudiantes de educación a distancia, la mayoría de las instituciones educativas a distancia, han establecido tutores de tiempo parcial los cuales responden por correspondencia, teléfono o sesiones regulares y locales para interactuar con el alumno físicamente.

Una de las ventajas principales que tiene el material didáctico impreso sobre otras tecnologías, es que es autosuficiente, no necesita equipo para que el alumno accese a él y es fácil de llevar; por lo tanto en la actualidad se prefiere leer un libro o un manual que un texto en la computadora.

Este material didáctico impreso, permite el desarrollo de un sistema de aprendizaje abierto

## CAPÍTULO 4

### PROPUESTA DEL MATERIAL DIDÁCTICO

#### 4.1 Estructuración del material didáctico impreso

El tema II de la asignatura de Ciencia de los Materiales de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador, la cual está ubicada en 4to. Semestre, se estructuró basándose en las necesidades del alumno; pues es un material que tiene que estar muy bien explicado y detallado porque el alumno autoaprenderá.

Para que se logre dicho aprendizaje se le dio un formato al material didáctico impreso por sesiones, las cuales en este tema comprenden nueve; aquí se especifica primero que nada el propósito de cada sesión, los objetivos que se deberán cumplir al término de ésta, las habilidades que se desarrollarán durante dicha clase por parte del alumno, así como actividades de aprendizaje relacionadas con los subtemas de cada sesión explicados en detalle, los recursos didácticos que el alumno utilizará, la evaluación que tendrá cada sesión y la bibliografía que puede consultar si tuviese alguna duda.

#### 4.2 Diseño del Material Didáctico Impreso

### ESTRUCTURAS Y GEOMETRIA CRISTALINAS

#### TEMA II

##### Sesión No 1 Redes espaciales y celdas unidad

Tiempo de clase: 1 hora

#### I. Propósito

En esta clase los alumnos ejercitarán y reafirmarán conceptos y definiciones que se trabajaron en segundo semestre en la asignatura de Química II; para ello elaborarán físicamente un tipo de estructura cristalina, en donde identificarán a que material pertenece, cuantos átomos se encuentran dentro de ella y que factor de empaquetamiento presenta. Además podrán diferenciar entre lo que es una celda unitaria, una estructura cristalina y una red cristalina.

Estas definiciones serán las bases para conocer como está formado un material a nivel estructural, sus propiedades, su comportamiento, utilización y aplicaciones.

## II. Objetivos

- Definir los conceptos como: Cristalografía, cristal ó sólido cristalino, estructura cristalina, retículo o red espacial y celda unidad.
- Identificar la cantidad de átomos que hay dentro de cada celda unidad según el tipo de estructura cristalina; considerando sólo las más importantes
- Calcular cual es y como se determina el número de coordinación de las estructuras cristalinas más importantes.
- Identificar los 7 sistemas cristalinos ó celdas unitarias en cuanto a la disposición de los átomos, las longitudes axiales y sus ángulos interaxiales.
- Clasificar las celdas unitarias para obtener las Redes de Bravais o retículos espaciales
- Identificar las 14 Redes de Bravais, en cuanto a la distribución de sus átomos.

## III. Habilidades a desarrollar

En esta clase los alumnos desarrollarán las siguientes habilidades:

### 1. Definir, y para ello:

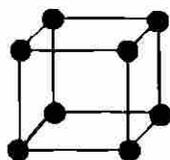
- a. Determinarán las características esenciales que distinguen a los conceptos como cristalografía, cristal ó sólido cristalino, estructura cristalina, retículo o red espacial y celda unidad.
- b. Determinarán la esencia de cada definición.
- c. Enunciarán de forma sintética y precisarán los rasgos esenciales que tiene cada concepto.

### 2. Identificar, y para ello:

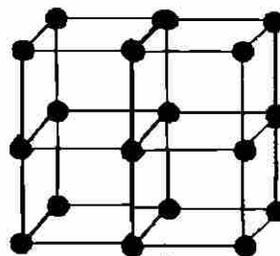
- a. Analizarán la cantidad de átomos que hay dentro de cada celda unidad, así como los 7 sistemas cristalinos ó celdas unitarias y las 14 redes de Bravais.
  - a. Caracterizarán el tipo de estructura cristalina y la distribución de sus átomos.
  - b. Establecerán sólo las estructuras más importantes y una relación entre los sistemas cristalinos y la disposición de los átomos, las longitudes axiales y sus ángulos interaxiales.
3. **Calcular**, y para ello:
- a. Efectuarán un conjunto de operaciones matemáticas para calcular cual es y como se determina el número de coordinación.
  - b. Caracterizarán las estructuras cristalinas más importantes.
4. **Clasificar**, y para ello:
- a. Identificarán las celdas unitarias.
  - b. Seleccionarán las redes de Bravais que se obtengan de los sistemas cristalinos.

#### IV. Actividades de aprendizaje

- 1 Defina Crstaloquímica a partir de tres fuentes, señalando la bibliografía (libros, revistas o internet)
- 2 Diga que relación existe entre Crstaloquímica y Cristalografía.
- 3 Realice una lista con 10 ejemplos de sólidos cristalinos de acuerdo a la definición mencionada en el libro de texto. Ej. El fierro.
4. Esquematice una celda unidad cúbica centrada en el cuerpo (BCC) y elabore su red cristalina. Aquí se muestra un ejemplo con la estructura cúbica simple.

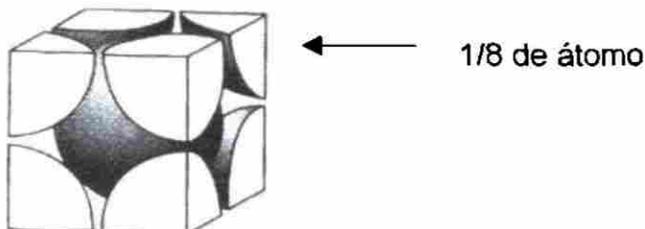


Celda unitaria



Red cristalina

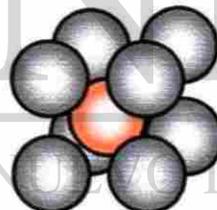
5. Señalar cuántos átomos existen por celda unitaria en la estructura cúbica centrada en las caras. A continuación se muestra un ejemplo con la estructura cúbica centrada en el cuerpo.



Por lo tanto,  $1/8$  de átomo que se encuentra en cada esquina multiplicado por 8 esquinas, nos da un total de un átomo; más un átomo de en medio; por lo tanto tenemos 2 átomos dentro de la celda cúbica centrada en el cuerpo.

- 6 Establezca el número de coordinación de la estructura hexagonal compacta (HCP), aquí se muestra un ejemplo con la estructura cúbica centrada en el cuerpo (BCC)

*El átomo del centro (rojo), está rodeado por 8 átomos, los cuales tienen contacto directo con él; por lo tanto el número de coordinación de la celda BCC es 8.*



Nota para establecer el número de coordinación de la estructura HCP, tomar como átomo central el de en medio de la capa superior.

7. Elabore una tabla con la clasificación de las 14 redes de Bravais en los 7 sistemas cristalinos.

## V. Recursos didácticos

- Libro de texto
- Computadora (internet)
- Regla
- Papel cuadriculado

- Lápiz

## VI. Evaluación

El alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.2 el cual tendrá un valor de 2%.

## VII. Bibliografía

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales España. Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
- SCHAFFER, JAMES P.; Saxena, Ashok; Antolovich Stephen D.; Sanders, Thomas H., Warner, Steven B.,(2000), Ciencia y Diseño de Ingeniería de Materiales México: Editorial CECOSA, Primera Edición.

### Sesión No 2 Principales estructuras cristalinas metálicas

Tiempo de clase: 1 hora

#### I Propósito

En esta sesión los alumnos identificarán las tres principales estructuras cristalinas metálicas, así como las características más importantes de la estructura cúbica centrada en el cuerpo.

Por otro lado, también efectuarán cálculos para conocer la constante de red de ésta estructura.

#### II Objetivos

- Identificar las tres principales estructuras cristalinas metálicas, así como sus siglas
- Analizar las características más importantes de la estructura cúbica centrada en el cuerpo.
- Calcular, por medio de una fórmula la longitud de la cara del cubo, también llamada constante de red ó constante reticular.

### III. Habilidades a desarrollar

En ésta clase los alumnos desarrollarán las siguientes habilidades:

#### 1. Identificar, y para ello:

- a. Analizarán las tres principales estructuras cristalinas metálicas.
- b. Caracterizarán sus siglas
- c. Establecerán la relación de las estructuras cristalinas metálicas con sus siglas.

#### 2. Analizar, y para ello:

- a. Determinarán los límites de las características más importantes de la celda cúbica centrada en el cuerpo.
- b. Determinarán los criterios de cómo estudiar las características de la celda BCC.
- c. Delimitarán las características de la celda BCC.
- d. Estudiarán cada característica de la celda BCC.

#### 3. Calcular y para ello:

- a. Efectuarán un conjunto de operaciones matemáticas como lo son multiplicaciones y divisiones para calcular por medio de una fórmula la longitud de la cara del cubo.

### IV. Actividades del aprendizaje

1. Identifique y esquematice las tres principales estructuras cristalinas y escriba debajo de cada una sus siglas.
2. Analice la estructura cúbica centrada en el cuerpo y mencione el número de coordinación que tiene, así como cuantos átomos hay dentro de dicha estructura. Realice la operación matemática.
3. Esquematice un cubo y establezca en él las medidas estándares de sus lados es decir, en donde se ubica el valor de  $a$ ,  $\sqrt{2} a$  y  $\sqrt{3} a$ .
4. Explique porqué el valor de  $\sqrt{3} a$  es igual a  $4R$ .
5. Calcule la constante de red para el cromo que tiene una estructura BCC, teniendo un radio en sus átomos de 0.125nm, a continuación mostraremos un ejemplo

**Nota: para calcular la constante de red, despeje de la fórmula vista en el libro el valor de  $a$  y recuerde que el valor del radio ya está dado en nm, y no hay necesidad de multiplicar por  $10^{-9}$ .**

**Ejemplo:**

El vanadio presenta a  $20^{\circ}\text{C}$  una estructura BCC, calcúlese la constante de red si los átomos tienen un radio igual a  $0.132\text{nm}$ .

Fórmula

$$a = \frac{4R}{\sqrt{3}}$$

Sustitución

$$a = \frac{4(0.132\text{nm})}{\sqrt{3}}$$

Resultado

$$a = 0.3048\text{nm}$$

6. Calcule el radio en mm, de los átomos del wolframio que tiene una estructura BCC, teniéndose el valor de la constante de red de  $0.316\text{nm}$ .

Equivalencias

$$1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$$

$$1\text{nm} = 10^{-7}\text{cm}$$

$$1\text{nm} = 10^{-6}\text{mm}$$

**Nota: no olvidar que;  $10^{-9}$  es igual que  $1 \times 10^{-9}$**

7. Calcule la constante de red en cm para el molibdeno, que tiene una estructura BCC, teniendo un radio en sus átomos de  $0.136\text{nm}$ .

V. Recursos didácticos

- Libro de texto
- Calculadora
- Regla
- Papel cuadriculado
- Lápiz

## VI. Evaluación

El alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.3 el cual tendrá un valor de 2%; con respecto a un 20% que tiene el total del tema.

## VII Bibliografía

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales España Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.

### Sesión No 3 Factor de empaquetamiento y estructura cristalina cúbica centrada en las caras

Tiempo de clase: 1 hora

#### I. Propósito

El alumno será capaz de efectuar cálculos para obtener el factor de empaquetamiento, así como conocerá las características más importantes de la estructura cristalina cúbica centrada en las caras.

Además desarrollará el procedimiento para obtener la constante de red de dicha celda. Todo lo anterior ayudará al alumno a comprender de una manera más amplia como se encuentran distribuidos los átomos dentro de la celda, cuanto lugar ocupan dentro de ella y la longitud de la cara del cubo, para poder identificar con estos valores de que metal se trata.

#### II. Objetivos

- Calcular el factor de empaquetamiento para una celda.
- Identificar las características principales de la estructura cristalina cúbica centrada en las caras (FCC)
- Calcular la constante de red de la estructura FCC.

### III. Habilidades a desarrollar

En ésta clase los alumnos desarrollarán las siguientes habilidades:

#### 1. **Calcular**, y para ello:

a. Efectuarán multiplicaciones y divisiones para calcular el factor de empaquetamiento y la constante de red de la estructura FCC.

#### 2. **Identificar**, y para ello:

a. Analizarán las características principales de la estructura FCC.

b. Caracterizarán la estructura FCC

c. Establecerán la relación de la estructura FCC, con las características de ella.

#### 3. **Comparar**, y para ello:

a. Determinarán el concepto de factor de empaquetamiento, el cual va a ser objetivo de comparación, así como entre las estructuras BCC y FCC.

b. Determinarán las líneas de comparación.

c. Determinarán las diferencias y semejanzas entre las definiciones para cada línea ó parámetro de comprensión.

d. Elaborarán conclusiones acerca de cada definición según sea la fuente; así como de las estructuras comparadas.

e. Elaborarán conclusiones en general del tema.

### IV. Actividades de aprendizaje

1. Consulte tres definiciones de factor de empaquetamiento y compárelas con las del libro de texto (libros, internet, encarta)

2. Calcule el APF en % para la celda FCC y diga cuanto porcentaje de espacio está vacío.

A continuación te señalamos un ejemplo de cómo debes proceder:

Ej.

Calcular el APF para la estructura BCC, supongamos que los átomos son esferas duras.

**Fórmula:**

$$\text{APF} = \frac{\text{Vol. de los átomos en la celda BCC}}{\text{Vol. de la celda}}$$

**Cálculo del volumen de los átomos:**

Fórmula para calcular el volumen de una esfera:

$$\text{Vol. Átomos} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

Si dejamos el volumen en función de  $R^3$  tenemos:

$$\text{Vol. Átomos} = 4.1865 R^3$$

Ahora, si tenemos que en esta celda el número de átomos dentro son 2 entonces:

$$\text{Vol. Átomos} = 2(4.1865) R^3 = 8.373 R^3$$

**Cálculo del volumen de la celda:**

Fórmula para calcular el volumen de un cubo; pues la celda es cúbica centrada en el cuerpo:

$$\text{Vol. de la celda} = a^3$$

**Recordar que el valor de a, es la longitud del lado del cubo ó la arista.**

Para calcular el valor de a, se utiliza la fórmula ya vista de:

$$a = \frac{4R}{\sqrt{3}}$$

Si la sustituimos en la fórmula de Vol. de la celda  $a^3 = a^3$ , entonces tendremos:

$$\text{Vol. de la celda} = \left( \frac{4R}{\sqrt{3}} \right)^3$$

por lo tanto tenemos que:

$$\text{Vol. de la celda} = 12.32 R^3$$

Ahora, si los resultados anteriores los sustituimos en la fórmula\* tendremos que:

$$\text{APF} = \frac{8.373 R^3}{12.32 R^3} = 0.68$$

si multiplicamos x 100, lo obtendremos en %:

$$\text{APF} = 0.68 \times 100 = 68\%$$

- 3 Esquematice la celda FCC en donde se aprecia de cuantos átomos consta e identifique las partes, y realice el cálculo.

4. Calcular la longitud de la cara de la celda FCC del plomo a temperatura ambiente si sus átomos tienen un radio de 0.175nm.

**No olvides, que para éste cálculo se utiliza la fórmula  $a = \frac{4R}{\sqrt{2}}$  pues la celda es FCC.**

- 5 Realice un comparativo entre las estructuras BCC y FCC en la celda en donde aparecen las medidas estándar, y diga porqué ahora en la estructura FCC  $\sqrt{2}a = 4R$ .
- 6 El platino tiene una estructura cristalina FCC y tiene una constante de red de 0.393nm; calcule el valor del radio atómico de un átomo de platino en nm.
- 7 El níquel tiene una estructura cristalina FCC a 20°C y un radio atómico de 0.125nm, calcule el valor de la constante de red en cm.

V Recursos didácticos

- Libro de texto
- Calculadora
- Regla
- Papel cuadriculado
- Lápiz

VI. Evaluación

El alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No 4 el cual tendrá un valor de 2%, con respecto al 20% del total del tema

VII. Bibliografía

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
- SCHAFFER, JAMES P.; Saxena, Ashok; Antolovich Stephen D.; Sanders, Thomas H.; Warner, Steven B.,(2000), Ciencia y Diseño de Ingeniería de Materiales México: Editorial CECSA, Primera Edición.

Sesión No.4: Estructura cristalina hexagonal compacta, posiciones y direcciones en celdas cúbicas.

Tiempo de clase: 1 hora

I. Propósito

El alumno identificará y analizará las características más importantes de la estructura hexagonal compacta, pues una determinada cantidad de metales la presentan.

Por otro lado podrá manejar las celdas cúbicas para identificar y esquematizar las posiciones y direcciones dentro de ella, así como los índices de dirección. Es conveniente que el alumno tenga bien en claro estos conceptos y cálculos, pues se le facilitará la comprensión en el tema de densidades.

II. Objetivos

- Identificar las características principales de la estructura cristalina hexagonal compacta.
- Determinar el volumen de una celda hexagonal compacta (HCP)
- Identificar en las celdas cúbicas centrada en el cuerpo (BCC) y centrada en las caras (FCC), las posiciones de los átomos.
- Graficar las posiciones de los átomos en las celdas BCC y FCC.
- Calcular y graficar los índices de Dirección para celdas cúbicas.

III. Habilidades a desarrollar

En ésta clase los alumnos desarrollarán las siguientes habilidades:

1. **Analizar**; y para ello:

- a. Determinarán los límites de las características de la estructura HCP
- b. Determinarán los criterios de cómo estudiar dichas características.
- c. Delimitarán las características de la celda HCP.
- d. Estudiarán cada característica de la celda hexagonal compacta.

2. **Identificar**; y para ello:

- a. Analizarán las características principales de la celda HCP, como también de las celdas BCC y FCC.
- b. Caracterizarán la celda hexagonal compacta, así como la BCC y FCC.
- a. Establecerán la relación de las características con la celda HCP, así como relación de las celdas con las posiciones de los átomos.
3. **Determinar**, y para ello:
  - a. Analizarán la estructura cristalina hexagonal compacta
  - b. Compararán los valores de los lados de la celda, con la celda para establecer una relación.
  - c. Descubrirán que por varias formas se puede llegar a obtener el volumen de la celda.
4. **Elaborar**, y para ello:
  - a. Prepararán un esquema por medio de un trabajo adecuado.
5. **Graficar**, y para ello:
  - a. Representarán relaciones entre las posiciones de los átomos y las celdas BCC y FCC; como también entre los índices de dirección y las celdas cúbicas, desde el punto de vista geométrico como de diagramas.
6. **Calcular**, y para ello:
  - a. Efectuará divisiones matemáticas para calcular los índices de Dirección para celdas cúbicas.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **IV.** Actividades de aprendizaje

1. Analice cada una de las 5 características de la estructura cristalina hexagonal compacta y describalas; haga uso de las figuras de la página 12 de la guía.
2. Para calcular el volumen de la celda HCP se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen celda HCP} = 3 a^2 \text{sen}60^\circ c$$

Desarrolle detalladamente los pasos que se requieren para llegar a dicha fórmula.

3. Calcule el volumen de la celda HCP del magnesio; el cual tiene una constante de red de 0.3209nm y una altura de la celda de 0.5209nm utilizando la fórmula anterior.
4. Elabore en una hoja de papel milimétrico una celda BCC e identifique las posiciones de los átomos de dicha celda.
5. Grafique las siguientes direcciones a partir del Índice de Dirección en las celda cúbicas.

$$\begin{array}{ccc} [\bar{3}2\bar{1}] & [3\bar{2}3] & [2\bar{2}3] \\ [\bar{1}2\bar{1}] & [\bar{1}22] & \end{array}$$

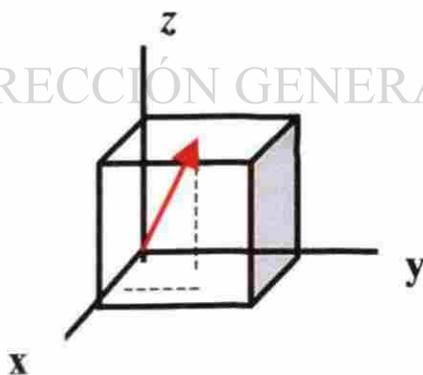
A continuación te mostramos un ejemplo:

- El índice de dirección se divide entre el número mayor sin tomar en cuenta el signo.

Ej.  $[112]$        $[122] = \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad 1$

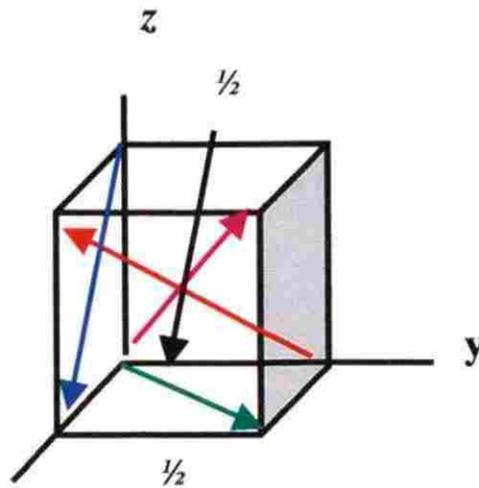
$$\frac{\quad}{2}$$

- de la división anterior se obtendrán los valores de x,y y z, por lo tanto tenemos que:  $x = \frac{1}{2}$        $y = \frac{1}{2}$        $z = 1$
- posteriormente se grafica en la celda cúbica

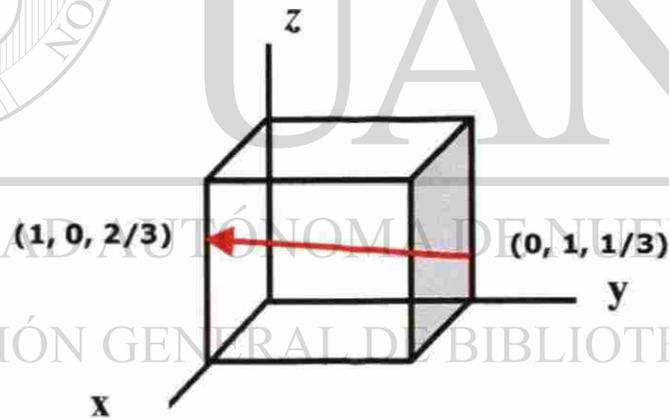


**Recuerda que hay que mover el origen si se tienen valores negativos, de tal manera que el vector quede dentro de la celda.**

6. Calcule los índices de dirección de los siguientes vectores



A continuación te mostramos como realizar los cálculos para el siguiente ejemplo:



- Se determinan las coordenadas o posiciones que se encuentren en esa dirección.

$$(1, 0, 2/3) \text{ y } (0, 1, 1/3)$$

- Se restan las coordenadas; la de adelante (es la punta de la flecha) menos la de atrás.

$$(1, 0, 2/3) - (0, 1, 1/3) = (1, -1, 1/3)$$

- Se eliminan fracciones reduciéndose la resta a números enteros. En éste caso se multiplica por 3

$$(1, -1, 1/3) \cdot 3 = 3, -3, 1$$

- Los números enteros anteriormente obtenidos se representan entre corchetes, y si hay números negativos se les coloca el signo menos sobre el número.

$$\text{Índice de dirección} = [3 \bar{3} 1]$$

#### V. Recursos Didácticos

- Libro de texto
- Papel cuadriculado ó milimétrico
- Regla
- Lápiz
- Calculadora

#### VI. Evaluación

El alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.5 el cual tendrá un valor de 3%; esto con respecto al 20% en total del tema.

#### VII. Bibliografía

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
- MANGONON, PAT L.,(2001), Ciencia de Materiales, Selección y Diseño. México: Editorial Prentice Hall. Primera Edición.

Sesión No.5: Índices de Miller para planos cristalográficos en celdas cúbicas e índices y direcciones para celdas hexagonales.

Tiempo de clase: 1 hora

## **I. Propósito**

El alumno reafirmará sus conocimientos sobre gráficas en  $R^3$ , pero ahora serán aplicadas a celdas cúbicas en donde se esquematizarán los planos cristalográficos en las estructuras cúbica centrada en el cuerpo y cúbica centrada en las caras.

Además conocerán como calcular los Índices de Miller, así como la introducción sobre la estructura hexagonal compacta en cuanto a los Índices de Miller – Bravais y los planos que conforman dicha estructura cristalina.

## **II. Objetivos**

- Determinar los índices de Miller para un plano de un cristal cúbico.
- Determinar el procedimiento para esquematizar los planos cristalográficos a partir de los índices de Miller.
- Calcular la distancia interplanar.
- Calcular los índices de Miller – Bravais y graficar los planos cristalográficos de la celda hexagonal compacta

## **III. Habilidades a desarrollar**

En ésta clase los alumnos desarrollarán las siguientes habilidades:

### **1. Determinar, y para ello:**

- a. Analizarán los índices de Miller para un plano cristalino.
- b. Compararán dichos índices de Miller con los planos cristalográficos trazados.
- c. Descubrirán la relación de los índices de Miller con los planos cristalográficos.

### **2. Calcular, y para ello:**

- a. Efectuarán un conjunto de operaciones matemáticas, tales como raíz cuadrada y divisiones; para calcular la distancia interplanar, así como los índices de Miller – Bravais.

### **3. Graficar; y para ello:**

a. Representarán relaciones entre los índices de Miller – Bravais y los planos, tanto desde el punto de vista geométrico como de diagrama.

4. **Comparar**; y para ello:

a. Determinarán el concepto de distancia interplanar, el cual va a ser objeto de comparación.

b. Determinarán las líneas de comparación.

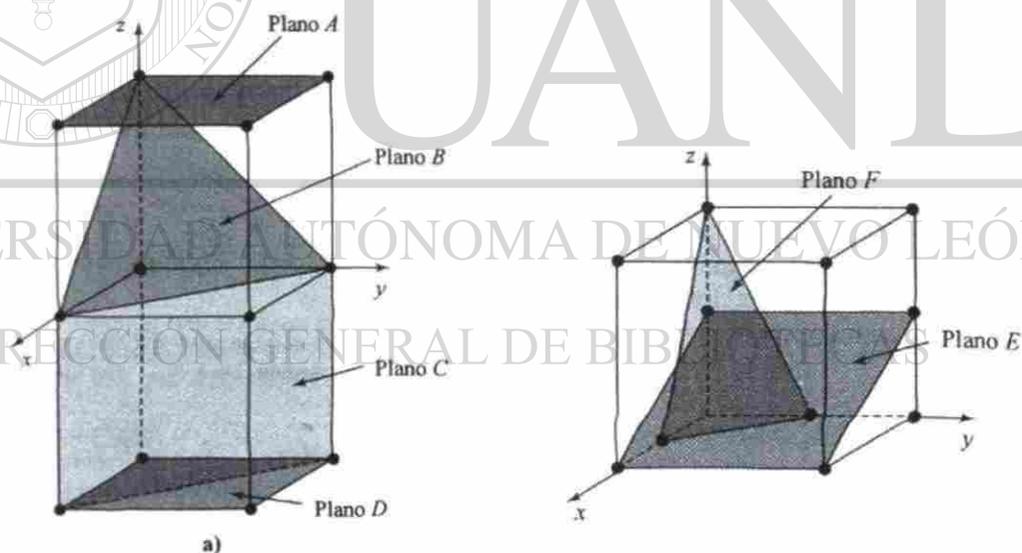
c. Determinarán las diferencias y semejanzas entre las definiciones para cada línea ó parámetro de comprensión.

d. Elaborarán conclusiones acerca de cada definición según sea la fuente.

e. Elaborarán conclusiones en general del tema.

#### IV. Actividades de aprendizaje

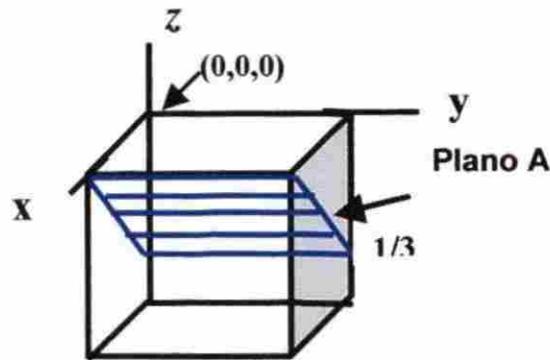
1. De la siguiente figura determine los índices de Miller para los planos ahí mostrados.



A continuación te mostramos un ejemplo de cómo realizarlo.

Pasos:

- Seleccionar un plano que no pase por el origen (0,0,0); plano A.



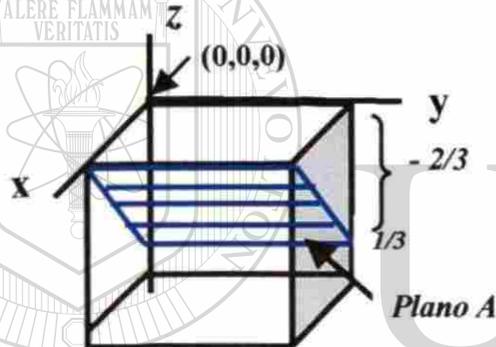
- Determinar las intersecciones del plano A en los ejes x, y y z.

valores

$$x = 1$$

$$y = \infty$$

$$z = -2/3$$



Recuerda que éstas intersecciones pueden ser fracciones.

**Nota:** no olvides que cuando un plano no toca un eje, ese eje tiene un valor de  $\infty$

- Invertir los valores obtenidos en el paso anterior

$$x = 1 \quad y = 0 \quad z = -3/2$$

- Eliminar las fracciones multiplicando por un número de tal manera que sólo quede un conjunto de valores enteros. En éste caso se multiplicará por 2.

$$(1 \quad 0 \quad -3/2) 2 = 2 \quad 0 \quad -3$$

- Los valores obtenidos son los índices de Miller de un plano cristalográfico y éstos se encierran entre paréntesis, sin comas y cuando hay un valor negativo, se coloca el signo menos sobre el número.

$$\text{Indice de Miller} = (2 \ 0 \ \bar{3})$$

2. A partir de los siguientes índices de Miller, dibuje en celdas unidad cúbicas los planos correspondientes:

- $(2 \ 1 \ 2)$
- $(3 \ \bar{3} \ 1)$
- $(1 \ \bar{2} \ 0)$
- $(\bar{3} \ 3 \ 2)$
- $(1 \ 3 \ \bar{3})$

Si no recuerdas como realizarlo, aquí te mostramos un ejemplo:

- Identifica los valores del índice de Miller que están entre paréntesis.

Ej.  $(\bar{3} \ 1 \ \bar{2})$

- De los números que aparecen en el índice de Miller, divide todos entre el menor sin tomar en cuenta el cero y sin considerar los signos negativos.

$$\frac{\bar{3} \ 1 \ \bar{2}}{1} = -3/1 \quad 1/1 \quad -2/1$$

- Invierte los valores anteriores.

$$-1/3 \quad 1/1 \quad -1/2$$

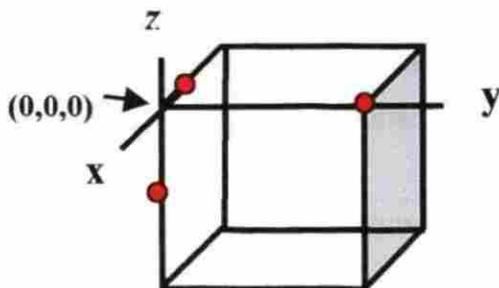
- Los valores que obtuviste son los cortes en los ejes x, y y z.

$$x = -1/3 \quad y = 1 \quad z = -1/2$$

- Grafica los valores obtenidos en la celda unidad cúbica.

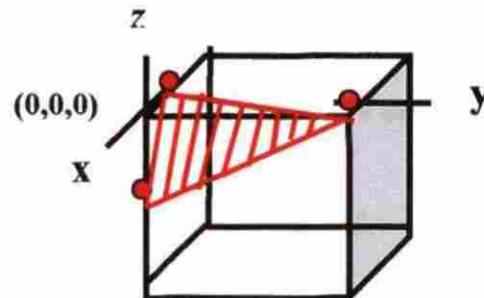
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Nota: recuerda; para graficar los valores de x, y y z, debes regresar al origen (0,0,0) cada vez que marques un valor en el eje.**



**No olvides mover el origen cuando son valores negativos, según te convenga.**

- Cuando ya hayas marcado los cortes únelos para formar el plano cristalográfico.



3. Consulte la definición de distancia interplanar en 2 fuentes bibliográficas diferentes al libro de texto, y compárelas dando su punto de vista.

4. El platino es FCC y tiene una constante de red de 0.393nm. Calcule los siguientes espaciamientos interplanares en mm:

a)  $d_{(203)}$       b)  $d_{(122)}$       c)  $d_{(212)}$

5. El cobre es FCC y tiene una constante de red de 0.3615nm. Calcule los siguientes espaciamientos interplanares en cm:

a)  $d_{(200)}$       b)  $d_{(100)}$       c)  $d_{(133)}$

**No olvides utilizar la fórmula:**

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

6. Esquematice la estructura hexagonal compacta e identifique en la figura, los planos basales y los del prisma.

7. Dibuje los planos cristalinos en las celdas HCP cuyos índices de Miller-Bravais son:

a)  $(0\ 1\ 1\ \bar{1})$       c)  $(1\ 0\ 1\ \bar{2})$

b)  $(2\ 1\ 1\ \bar{1})$ d)  $(\bar{1}\ \bar{1}\ 0\ 0)$ 

Enseguida se presenta un ejemplo de cómo realizarlo:

Ej.

- Del valor del índice de Miller – Bravais:  $(1\ 0\ 1\ \bar{2})$
- invierta los valores y obtendrá los cortes en los ejes  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  y  $c$ .

inverso

$$a_1 = -1$$

$$a_1 = -1$$

$$a_2 = 0$$

$$a_2 = \infty$$

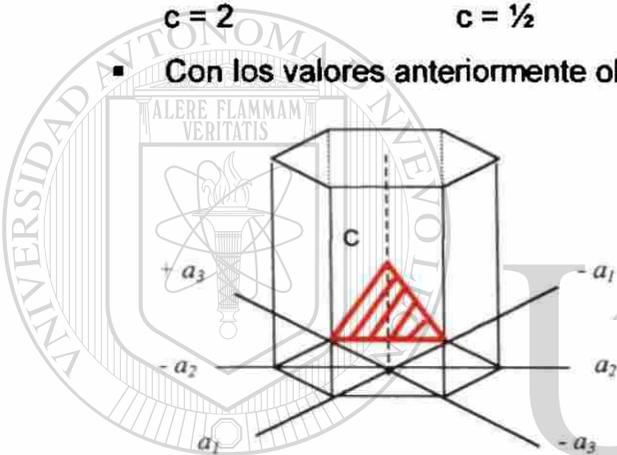
$$a_3 = 1$$

$$a_3 = 1$$

$$c = 2$$

$$c = \frac{1}{2}$$

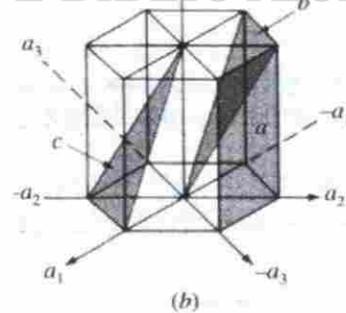
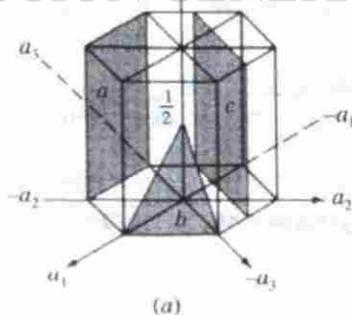
- Con los valores anteriormente obtenidos, grafique el plano.



Recuerda que los valores de  $\infty$ , no cortan ese eje; sino que corre el plano a todo lo largo en él.

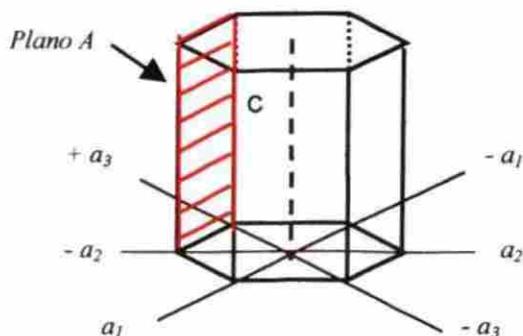
8. De los planos que se muestran en la figura, calcule sus Índices de Miller-Bravais.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



A continuación mostramos un ejemplo:

- Selecciona un plano de la celda HCP



- Identifica los cortes en los ejes  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  y  $c$  de la figura anterior y anota el valor de cada uno:

$$a_1 = \infty \quad a_3 = 1$$

$$a_2 = -1 \quad c = \infty$$

**Nota: cuando el plano no toca un determinado eje, éste**

- Ya obtenidos los valores de  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  y  $c$  inviértalos; si hay fracciones, hay que eliminarlas.

$$a_1 = 0 \quad a_2 = -1 \quad a_3 = 1 \quad c = 0$$

- Usted ha obtenido los Índices de Miller – Bravais de un plano cristalino de la celda HCP.

$$(0 \bar{1} 1 0)$$

Estos se escriben entre paréntesis sin comas, y si algún valor es negativo se coloca el signo menos sobre él. ®

#### V. Recursos Didácticos

- Libro de texto
- Papel cuadriculado ó milimétrico
- Regla
- Lápiz
- Calculadora

## **VI. Evaluación**

El alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.6 el cual tendrá un valor de 3%; con referencia al 20% total del tema.

## **VII. Bibliografía**

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
- MANGONON, PAT L.,(2001), Ciencia de Materiales, Selección y Diseño. México: Editorial Prentice Hall. Primera Edición.

### Sesión No.6: Comparación entre las estructuras cristalinas FCC, HCP y BCC.

Tiempo de clase: 1 hora

#### **I. Propósito**

El alumno podrá comparar las características más importantes entre las celdas FCC, HCP y BCC; en cuanto, si son compactas o no, el factor de empaquetamiento que tienen, su número de coordinación, el tipo de apilamiento así como cuantos átomos hay dentro de ella, con esto al alumno se le facilitará la comprensión del tema de densidades que se estudiará en ésta unidad.

#### **II. Objetivos**

- Comparar las estructuras FCC, HCP y BCC en cuanto a:
  - ✓ Estructuras compactas o no compactas
  - ✓ Factor de empaquetamiento
  - ✓ Número de coordinación
  - ✓ Algunos planos
  - ✓ Secuencia de apilamiento

#### **III. Habilidades a desarrollar**

En ésta clase los alumnos desarrollarán las siguientes habilidades:

**1. Comparar, y para ello:**

- a. Determinará las estructuras cristalinas que se van a comparar.
- b. Determinará las líneas o parámetros de comparación.
- c. Determinará las diferencias y semejanzas entre las estructuras BCC, FCC y HCP, para cada línea de comprensión.
- d. Elaborará conclusiones acerca de cada estructura cristalina.
- e. Elaborará conclusiones acerca de cada parámetro que se comparó.
- f. Elaborará conclusiones generales del tema.

**2. Graficar, y para ello:**

- b. Representarán relaciones entre los átomos y la secuencia de apilamiento, tanto desde el punto de vista geométrico como de diagrama.

**IV. Actividades de aprendizaje**

- Elabore una tabla en donde compare las tres estructuras cristalinas más importantes (BCC, FCC y HCP) en cuanto a:
  - ✓ Si la estructura es compacta ó no compacta.
  - ✓ Valor del factor de empaquetamiento
  - ✓ Número de coordinación
  - ✓ Similitud en algunos planos
  - ✓ Secuencia de apilamiento
- Esquematice con átomos, la secuencia de apilamiento de las estructuras FCC y HCP.

**Considere que los átomos son esferas macizas**

**V. Recursos Didácticos**

- Libro de texto
- Hojas de papel bond
- Lápiz

**VI. Evaluación**

El alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.7 el cual tendrá un valor de 2%.

**VII. Bibliografía**

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.

**Sesión No.7: Densidad volumétrica y planar**

Tiempo de clase: 1 hora

**I. Propósito**

Que el alumno aplique el concepto de densidad visto en la materia de química I, en primer semestre; en el cálculo de la densidad volumétrica y la densidad planar en celdas unidad cúbicas.

**II. Objetivos**

- Calcular la densidad volumétrica para celdas BCC, FCC y HCP.
- Calcular la densidad atómica planar para celdas BCC y FCC.

**III. Habilidades a desarrollar**

En ésta sesión los alumnos desarrollarán habilidades tales como:

**1. Calcular,** y por lo tanto realizarán lo siguiente:

- a. Efectuarán multiplicaciones y divisiones, así como reglas de tres simple; para calcular la densidad volumétrica de las celdas BCC, FCC y HCP; así como la densidad atómica planar de las celdas BCC y FCC.

**IV. Actividades de aprendizaje**

1. El platino tiene un radio atómico de 0.139nm y una estructura cristalina FCC a 20° C. Calcule la densidad volumétrica si el platino tiene un peso atómico de 195.08 g/mol.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo proceder:

Ej.

Calcular la densidad volumétrica del tungsteno a 20° C de estructura cristalina BCC, si su constante de red es  $a = 0.31648\text{nm}$  y su peso o masa atómica es de 183.85 g/mol.

✓ Primero: fórmula que se va a utilizar

$$\rho = \frac{\text{masa de los átomos de la celda}}{\text{volumen de la celda}}$$

✓ Segundo: calcule la masa de los átomos tomando en cuenta que el peso o masa atómica de cualquier metal equivale al número de Avogadro ( $6.023 \times 10^{23}$  átomos/mol)

Considerar que la celda BCC tiene 2 átomos dentro de su celda.

$$\begin{array}{rcl} 183.85 \text{ g/mol} & \Rightarrow & 6.023 \times 10^{23} \text{ átomos /mol} \\ x & \Rightarrow & 2 \text{ átomos} \end{array}$$

$$x = \frac{(183.85 \text{ g/mol}) (2 \text{ átomos})}{6.023 \times 10^{23} \text{ átomos /mol}}$$

$$x = 6.1049 \times 10^{-22} \text{g}$$

✓ Tercero: el valor obtenido en gramos es equivalente a la masa de los dos átomos de a celda BCC.

✓ Cuarto: calcule el volumen de la celda. La celda es BCC y es un cubo, por lo tanto para sacar el volumen del cubo es igual a:

$$\text{Volumen celda} = (\text{arista})^3$$

Y el valor de la arista es igual a  $a$ , por lo tanto:

$$\text{Volumen celda} = a^3$$

Sustituyendo le valor de  $a$  tenemos que:

$$\text{Volumen celda} = \left( 0.31648 \text{nm} \left| \frac{10^{-7} \text{cm}^3}{1 \text{nm}} \right. \right)$$

$$\text{Volumen celda} = 0.031648 \text{ cm}^3$$

✓ Quinto: aplicando la fórmula inicial tenemos que:

$$\rho = \frac{6.1049 \times 10^{-22} \text{ g}}{3.1648 \times 10^{-21} \text{ cm}^3} = 0.1929 \text{ g/cm}^3$$

De ésta manera se obtiene la densidad volumétrica del tungsteno.

2. La constante de red para el niobio el cual tiene una estructura cristalina BCC a 20° C es de 0.33007nm y su densidad es de 8.6g/cm<sup>3</sup>. Calcule el valor de su masa o peso atómico.

3. Calcule la densidad volumétrica en g/cm<sup>3</sup> del osmio que tiene una estructura cristalina HCP a partir de su constante de red a=0.2735nm y c= 0.43191nm. Su masa o peso atómico es 190.2g/mol.

4. Los siguientes problemas tratan del cálculo de la densidad atómica planar; a continuación manejaremos un ejemplo de cómo realizarlos:

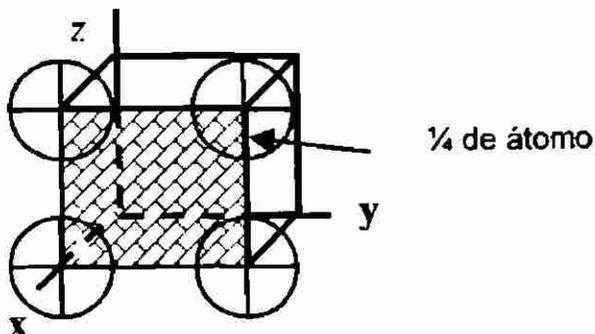
Ej.

Calcular la densidad atómica planar en átomos/mm<sup>2</sup> para el plano cristalino (100) en el bario, que tiene una constante de red de 0.5019nm y una estructura BCC.

✓ Primero: fórmula a utilizar

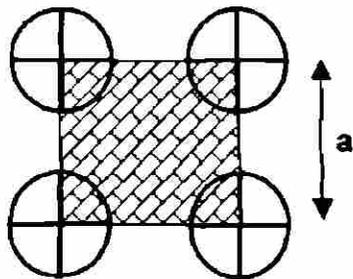
✓ 
$$\rho_p = \frac{\text{No. de átomos cuyos centros están intersectados por el plano}}{\text{área del plano}}$$

Segundo: dibujar el plano en la celda para identificarlo y saber cuántos átomos son interceptados.



<p>No. de átomos en el plano = ¼ (4) = 1</p>
--

- ✓ Tercero: calcular el valor del área cubierta por el plano.



Para calcular el área del cuadrado es lado x lado; pero como cada lado vale a, entonces:  $\text{Área} = a^2$

sustituyendo el valor de a, tenemos que:

$$\text{Área} = \left( 0.5019 \text{ nm} \left| \frac{10^{-6} \text{ mm}^2}{1 \text{ nm}} \right. \right)$$

$$\text{Área} = 2.519 \times 10^{-13} \text{ mm}^2$$

Se puede realizar la conversión a mm en este paso.

- ✓ Cuarto: con los valores obtenidos del número de átomos en el plano y el área del plano, procederemos a calcular la densidad atómica planar.

$$\rho_p = \frac{1 \text{ átomo}}{2.519 \times 10^{-13} \text{ mm}^2} = 4.63 \times 10^{12} \text{ átomos/mm}^2$$

5. Calcule la densidad atómica planar en átomos/mm<sup>2</sup> para los siguientes planos cristalinicos en el oro con estructura FCC y una constante de red a = 0.40788 nm.

a) (100)

b) (110)

c) (111)

#### V. Recursos Didácticos

- Libro de texto
- Papel cuadriculado
- Lápiz
- Calculadora
- Regla

## **VI. Evaluación**

Al terminar la sesión, el alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.8 el cual tendrá un valor de 2%; considerando que el valor total del tema es de 20%.

## **VII. Bibliografía**

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
- SCHAFFER, JAMES P.; Saxena, Ashok; Antolovich Stephen D.; Sanders, Thomas H.; Warner, Steven B.,(2000), Ciencia y Diseño de Ingeniería de Materiales. México: Editorial CECSA, Primera Edición.

### Sesión No.8: Densidad atómica lineal y polimorfismo

Tiempo de clase: 1 hora

#### **I. Propósito**

Que el alumno visualice el concepto de densidad, pero ahora en las celdas cúbicas en cuanto a los vectores de dirección, calculando la densidad atómica lineal.

Por lo tanto, podrá comprender como se relacionan las direcciones con el número de átomos que son interceptados dependiendo del tipo de estructura cristalina.

Además conocerá el término polimorfismo o alotropía, y como se presenta en algunos metales si se varía la temperatura.

#### **II. Objetivos**

- Calcular la densidad atómica lineal de las direcciones en las estructuras cristalinas BCC y FCC.
- Definir polimorfismo o alotropía y dar ejemplos.

#### **III. Habilidades a desarrollar**

En ésta clase el alumno desarrollará ciertas habilidades:

1. **Calcular**; por lo tanto él:

a. Efectuarán un conjunto de operaciones matemáticas para calcular la densidad atómica lineal de las direcciones en las estructuras BCC y FCC.

2. **Definir**; y para esto:

a. Determinarán las características esenciales que distinguen y determinan el polimorfismo o alotropía.

b. Enunciarán de forma sintética y precisa, ejemplos esenciales que mostrarán la alotropía.

3. **Elaborar**; y para ello:

a. Prepararán una tabla de metales por medio de un trabajo adecuado.

#### IV. Actividades de aprendizaje

1. Calcular la densidad atómica lineal en átomos/mm para los vectores de la celda del aluminio, el cual tiene una estructura cristalina FCC y una constante de red  $a=0.40496\text{nm}$ .

a) [ 001]      b) [ 111]

Mostraremos enseguida un ejemplo:

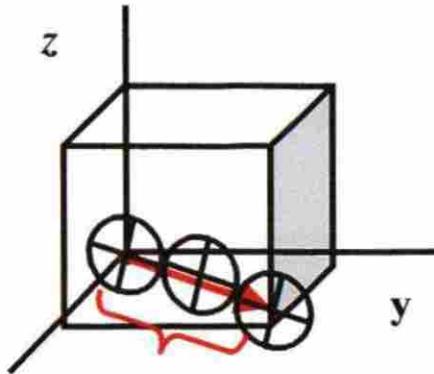
Ej.

Calcule la densidad atómica lineal en átomos/mm para la dirección [110], en el rodio con estructura cristalina FCC y una constante de red  $a= 0.38044\text{nm}$ .

a) Fórmula a utilizar:

$$\rho_l = \frac{\text{No. de átomos que tienen sus centros a lo largo del vector}}{\text{longitud del vector}}$$

b) Dibujar el vector ó dirección en la celda e identificar cuantos átomos corta.



El vector abarca 4 radios, por lo tanto son 2 átomos los interceptados.

c) Calcular la long. del vector dado, sabiendo que; en la celda cúbica esa distancia es igual a  $\sqrt{2}a$  ; si sustituimos el valor de a, tenemos que:

$$\begin{aligned} \text{Long. del vector} &= \sqrt{2}a \\ &= \sqrt{2} \left( 0.38044 \text{ nm} \left| \frac{10^{-6} \text{ mm}}{1 \text{ nm}} \right. \right) \\ &= 5.38 \times 10^{-7} \text{ mm} \end{aligned}$$

Nota: se puede efectuar la conversión de nm a mm en este paso.

d) Sustituyendo los valores en la primer fórmula tenemos que:

$$\rho_l = \frac{2 \text{ átomos}}{5.38 \times 10^{-7} \text{ mm}} = 3717472.11 \text{ átomos/mm}$$

2) calcule la densidad atómica lineal en átomos/mm, de los siguientes vectores en el vanadio que tiene una constante de red  $a=0.3039\text{nm}$  y una estructura cristalina BCC.

a) [111]

b) [100]

3) Elabore una tabla con 10 metales que presenten polimorfismo e indique la temperatura y que estructura cristalina presentan a esa temperatura.

## **V. Recursos Didácticos**

- Libro de texto
- Papel cuadriculado
- Lápiz
- Calculadora
- Regla

## **VI. Evaluación**

Al terminar la sesión, el alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.9, el cual tendrá un valor de 2%; con respecto al total de un 20%.

## **VII. Bibliografía**

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
- SCHAFFER, JAMES P.; Saxena, Ashok; Antolovich Stephen D.; Sanders, Thomas H.; Warner, Steven B.,(2000), Ciencia y Diseño de Ingeniería de Materiales. México: Editorial CECSA, Primera Edición.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### Sesión No.9: Análisis de la estructura de un cristal

Tiempo de clase: 1 hora

#### **I. Propósito**

El alumno aprenderá los métodos que se usan en la actualidad para poder determinar las estructuras de los cristales, además calculará la constante de red de un cristal por medio de ejemplos de problemas realizados por difracción de rayos X, así como se le mostrará un difractograma.

#### **II. Objetivos**

- Definir rayos X y como se producen.

- Identificar como se lleva a cabo la difracción de rayos X.
- Identificar los efectos que se producen cuando los rayos X pasan a través de un material.
- Calcular la constante de red de un cristal de un metal por medio de la Ley de Bragg.
- Identificar los métodos de difracción de rayos X para determinar las estructuras cristalinas de los metales.
- Identificar un difractograma.

### **III. Habilidades a desarrollar**

En ésta clase se pretende que el alumno desarrolle las siguientes habilidades:

#### **1. Investigar, y para ello:**

- a. Indagarán y harán diligencias para descubrir el concepto de rayos X; así como de los métodos usados para analizar las estructuras cristalinas.

#### **2. Definir, y para esto:**

- a. Determinarán las características esenciales que distinguen a los rayos x y como se producen.

#### **3. Identificar, y por lo tanto:**

- a. Analizarán como se lleva a cabo la difracción de rayos x.
- b. Caracterizará los efectos que se producen en un material cuando los rayos x inciden.
- c. Establecerán la relación de los rayos x con los métodos de difracción, para determinar las estructuras cristalinas; así como con su difractograma.

#### **4. Calcular, y para ello:**

- a. Efectuarán operaciones matemáticas tales como divisiones, multiplicaciones y raíces cuadradas, para calcular la constante de red por medio de la Ley de Bragg.

### **IV. Actividades de aprendizaje**

1. Investigar en internet que son los rayos X y elabore un esquema de ellos, como se producen y donde se utilizan.

2. Defina el concepto de difracción de rayos X.
3. Investigue que otros métodos hay para analizar las estructuras cristalinas además de los 3 vistos en clase.
4. Una muestra de un metal BCC fue colocada en un difractómetro de rayos X, utilizando radiación X de  $\lambda = 0.1541\text{nm}$  a  $2\theta = 101.502^\circ$  se obtiene difracción a partir de los planos (310). Calcule el valor de la constante de red para este metal. Considérese el primer orden de difracción.
5. Rayos X de longitud de onda desconocida son difractados por una muestra de níquel. El ángulo  $2\theta = 102.072^\circ$  para el plano (220) ¿Cuál es la longitud de onda de los rayos X utilizados?. La constante de red del níquel es  $0.35223\text{nm}$ ; considérese el primer orden de difracción.

Enseguida se muestra un ejemplo de cómo realizarlo:

Ej.

Una muestra de oro fue colocada en un difractómetro de rayos X, los rayos X tenían una  $\lambda = 0.1541\text{nm}$ , se obtuvo difracción del plano (101) a  $2\theta = 64.08^\circ$ . Calcular el valor de la constante de red del oro, considérese una difracción de primer orden  $n=1$ .

- Paso No.1: fórmula a utilizar.

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin\theta$$

- Paso No.2: calcular el valor de  $\theta$ , pues el dato es  $2\theta$ ; por lo tanto tenemos que:

$$2\theta = 64.08$$

$$\theta = \frac{64.08}{2} = 32.04^\circ$$

- Paso No.3: despejar de la fórmula la distancia interplanar  $d_{hkl}$ , pues la vamos a necesitar para calcular la constante de red.

$$d_{hkl} = \frac{n\lambda}{2 \sin \theta}$$

- Paso No.4: sustituya los valores en la fórmula

$$d_{hkl} = \frac{(1)(0.1541\text{nm})}{2 \sin 32.04} = 0.14523 \text{ nm}$$

- Paso No.5: ya obtenido el valor de  $d_{(101)}$ , hacer uso de la fórmula:

$$a = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

Para calcular la constante de red.

- Paso No.6: sustituyendo los valores tenemos:

$$a = (0.14523 \text{ nm}) \sqrt{(1)^2 + (0)^2 + (1)^2}$$

$$a = 0.20538 \text{ nm}$$

De ésta forma se obtiene el valor de la constante de red para el oro.

#### V. Recursos Didácticos

- Libro de texto
- Libreta
- Lápiz
- Calculadora

#### VI. Evaluación

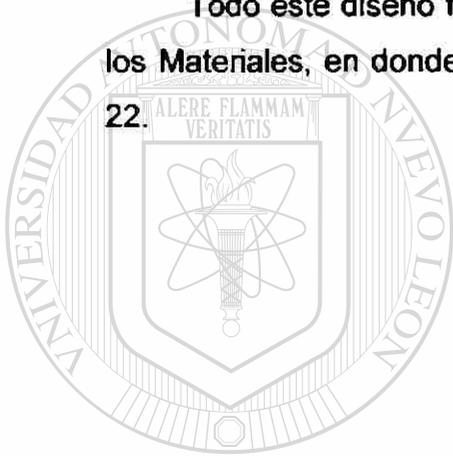
Al terminar la sesión, el alumno entregará por escrito un ejercicio que se encuentra en el anexo No.10, el cual tendrá un valor de 2%, tomando en cuenta que el valor total del tema es de 20%.

#### VII. Bibliografía

- SMITH WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.

- SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), *Ciencia de Materiales para Ingenieros*. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
- SCHAFFER, JAMES P.; Saxena, Ashok; Antolovich Stephen D.; Sanders, Thomas H.; Warner, Steven B.,(2000), *Ciencia y Diseño de Ingeniería de Materiales*. México: Editorial CECSA, Primera Edición.
- MANGONON, PAT L.,(2001), *Ciencia de Materiales, Selección y Diseño*. México: Editorial Prentice Hall. Primera Edición.

Todo éste diseño fue estudiado por expertos en la materia de Ciencia de los Materiales, en donde los resultados se manifiestan en los anexos 20, 21 y 22.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

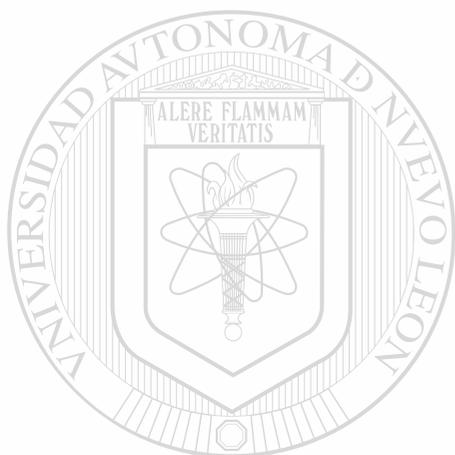
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CONCLUSIONES

- El material didáctico impreso, proporciona el apoyo académico necesario a los estudiantes de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador que se encuentran cursando tercera oportunidad en la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL.
- El análisis realizado sobre la bibliografía consultada acerca de los diferentes enfoques de la Educación a Distancia, permitió el estudio de las bases conceptuales, funciones y vías que permiten proponer el material didáctico impreso para la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL.
- El aspecto fundamental para el logro de ésta investigación fue sin duda el llegar a establecer una revisión documental del tema II de la asignatura de Ciencia de los Materiales, lo que posibilitó realizar un análisis exhaustivo de actividades, experiencias de aprendizaje, habilidades contemplados para el diseño del material didáctico impreso.
- Para lograr la correcta estructuración del diseño del material didáctico impreso, fue necesario partir de conceptualizaciones y definiciones de Educación a Distancia, sus principios; así como los enfoques del sistema abierto que fundamenta el proyecto de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

- El valor práctico que tiene la investigación, radica en que soluciona deficiencias en la optimización del proceso de enseñanza – aprendizaje, perfecciona la enseñanza personalizada, los alumnos cuentan con una herramienta valiosa para un aprendizaje autorregulado y los maestros con un recurso didáctico necesario para la actividad pedagógica. Además de que éste estudio por primera vez se realiza en ésta materia, en ésta carrera en la Facultad de Ciencias Químicas.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## RECOMENDACIONES

- Aplicar el material didáctico impreso a la asignatura de Ciencia de los Materiales de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL.
  
- Con la aplicación práctica del material didáctico impreso de la asignatura de Ciencia de los Materiales, es posible contribuir al perfeccionamiento del proceso enseñanza – aprendizaje y a la búsqueda de recomendaciones que permitan renovar la actividad pedagógica y la actividad de aprendizaje.
  - La propuesta del material didáctico impreso, no solo puede ser aplicado a la asignatura de Ciencia de los Materiales; sino que puede considerarse para todas aquellas materias en donde existan alumnos en tercera oportunidad.
  
  - Con la aplicación del material didáctico impreso y la profundidad, diseño y estructuración; puede enriquecerse notablemente si los maestros reciben el mismo, como un recurso didáctico permanente para mejorar su práctica diaria.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## BIBLIOGRAFÍA

- APARICI, R. y García, A.,(1988), El Material Didáctico de la UNED. Madrid: Medios Audiovisuales. ICE.
- ARCHIVO DEL DEPARTAMENTO ESCOLAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.
- ARREGUÍN, J.L.M., (1986), Sistemas de Comunicación y Enseñanza. México: Editorial Trillas. Primera reimpression.
- BAATH,(1988), Lista de Ideas para la Construcción de los Cursos de Educación a Distancia. Distance Education International Perspectives. Londres.
- BARRANTES ECHAVARRÍA, RODRIGO,(1992), Educación a Distancia. San José de Costa Rica: EUNED.
- BARTOLOMÉ, A.,(1999), Tecnología Educativa, España: Grao
- BATES A.W., TONY. (1999), La Tecnología de la Enseñanza Abierta y la Educación a Distancia. México: Editorial Trillas.
- BOUCHE PERIS, HENRI. (1988), El Valor de los Recursos de Apoyo - Ilustración y Medios Audiovisuales en el Aprendizaje a Distancia de Materias Filosóficas. Tercer congreso Iberoamericano de Educación a Distancia. San José de Costa Rica: EUNED.
- CASSARINI RATTO, MARTHA, (2001), Teoría y Diseño Curricular. México: Editorial Trillas.
- CASTAÑEDA YÁÑEZ, MARGARITA,(1982), Los Medios de la Comunicación y la Tecnología Educativa. México:Editorial Trillas.
- DÍPTICO DE LA ESCUELA DE GRADUADOS, FCQ, (2001)
- ENCICLOPEDIA MICROSOFT ® ENCARTA ® 99. © (1993 – 1998), Microsoft Corporation. Nuevas Tecnologías en la educación.
- ESCAMILLA DE LOS SANTOS, JOSÉ GUADALUPE, (1999), Selección y Uso de la Tecnología Educativa. México, D.F.: Trillas.
- FAINHOLC, B.,(1999), La Interactividad en la Educación a Distancia. Argentina: Editorial Paidós.

- **FERRÁNDEZ, ADALBERTO**, Sarramona Jaime y Tarín Luis, (1993), Tecnología Didáctica. España: Editorial CEAC. Novena edición.
- **GARCÍA ARETIO, L.**,(1989), Hacia una Definición de la Educación a Distancia en el Ambito Educativo. Ciudad de la Habana.
- **GARCÍA LLAMAS, J.L.**, (1986), El Aprendizaje Adulto en un Sistema Abierto y a Distancia. Madrid España: Narcea S.A. de Ediciones.
- **GUTIÉRREZ PÉREZ, FRANCISCO**,(1999), La Mediación Pedagógica. Apuntes para una Educación a Distancia. Buenos Aires: La Crujía. Sexta Edición.
- **H. XLIV LEGISLATURA DEL ESTADO.**
- **HEINICH, ROBERT**, (1975), Tecnología y Administración de la Enseñanza. México: Editorial Trillas. Primera Edición.
- **HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, ALICIA DE LA CARIDAD**, (1996), Tecnología para el Desarrollo de la Educación a Distancia en la Educación Avanzada. Ciudad de la Habana.
- **HERNÁNDEZ, FERNANDO y Sancho Juana María**, (1993), Para Enseñar no Basta con Saber la Asignatura. Barcelona: Ediciones Paidós.
- **HOLMBERG, BORGE**, (1980), The Didactis of Distance Education. Londres: Course Unit 5. ZIFF.
- **LÓPEZ RUÍZ, MARTHA y Schmelkes del Valle Corina**, (1998), Educación a Distancia: Transición de Proceso Escolarizado a No Presencial.
- **LARROYO, FRANCISCO**, (1964), Pedagogía de la Enseñanza Superior. México: Editorial Porrúa, S.A.
- **LITWIN, EDITH**, (2000), La Educación a Distancia. Temas para el debate en una nueva agenda. Buenos Aires: Amorrortu.
- **LITWIN, EDITH**, (1995), Tecnología Educativa: Política, historias, propuestas. Argentina: Paidós. Primera edición.
- **MANGONON, PAT L.**,(2001), Ciencia de Materiales, Selección y Diseño. México: Editorial Prentice Hall. Primera Edición.

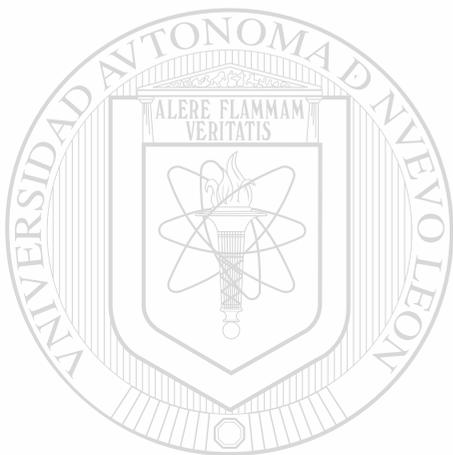
- MARTÍNEZ PALAU, ESPERANZA. (1999), El Papel del Tutor en los Sistemas de Educación a Distancia. Universidad Pedagógica Nacional. México.
  - MENA, MARTA,(1999), La Educación a Distancia en el Sector Público. Buenos Aires: INAP.
  - MOORE, MICHAEL G. y Kearsley Greg, (1996), Distance Education – A Systems View. EUA: Wadsworth Publishing Company.
  - MORRIS, I. BIGGE, (1978), Teorías de Aprendizaje para Maestros. México: Editorial Trillas. Tercera edición.
  - PROGRAMA ESTATAL DE EDUCACIÓN - VISIÓN 2025. Gobierno del Estado de Nuevo León, SEP.
  - PROGRAMA UANL, VISIÓN 2006.
  - QUINTANILLA, ABAD MARITZA DE LA C., (1996), La Educación a Distancia como Tecnología para la Capacitación de los Maestros Primarios en los Contenidos de Pedagogía – Psicología. Santa Clara.
  - RODINO, ANA M., (1987), Los Medios Audiovisuales en la Enseñanza a Distancia y su Uso en la Enseñanza a Distancia. San José de Costa Rica: EUNED.
- 
- RODRÍGUEZ FLORES, MA. EUGENIA. (1998), Apuntes de Pedagogía.
  - RODRÍGUEZ ROJAS, PEDRO, (1999), Ponencia para el Congreso de Pedagogía'99. Barquisimeto, Cuba: Universidad Simón Rodríguez
  - SARRAMONA, J., (1980), Investigación y Estadística Aplicadas a la Educación, Barcelona, España. :CEAC.
  - SCHUNK, DALE H., (1997), Teorías del Aprendizaje. México: editorial Prentice – Hall Hispanoamericana, S.A. segunda edición.
  - SHACKELFORD, JAMES F.,(1992), Ciencia de Materiales para Ingenieros. México: Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.
  - SCHAFFER, JAMES P.; Saxena, Ashok; Antolovich Stephen D.; Sanders, Thomas H.; Warner, Steven B.,(2000), Ciencia y Diseño de Ingeniería de Materiales. México: Editorial CECSA, Primera Edición.

- SCHMELKES, C., (1998), Manual para la Presentación de Anteproyectos e Informes de Investigación. México: Oxford.
- SMITH, WILLIAM F., (1998), Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. España: Editorial McGraw Hill. Tercera Edición.
- TECLA, A., Mortera F., y Edwards R., (1999), Educación a Distancia Orden y Caos. Aspectos de la Postmodernidad. México: Taller Abierto.
- TIFFIN, JOHN y Rajasinhham Lalita, (1997), En Busca de la Clase Virtual. Barcelona, España: Editorial Paidós.
- TRÍPTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UANL. (2000)
- WALKER, R., (1989), Métodos de Investigación para el Profesorado. Madrid, España: Morata
- YURÉN CAMARENA, MARÍA TERESA, (2000), Formación y Puesta a Distancia. Su Dimensión Ética. Barcelona: Paidós.
- ZAKI DIB, CLAUDIO, (1983), Tecnología de la Educación. México: Editorial Continental SA de CV. Tercera edición.

## HEMEROGRAFÍA

- 
- [www.ciidet.edu.mx/mcec.html](http://www.ciidet.edu.mx/mcec.html)
  - [www.cudi.edu.mx/ponencia\\_40/sld001.htm](http://www.cudi.edu.mx/ponencia_40/sld001.htm)
  - [http://www.cujv.edu.mx/mision\\_1.htm](http://www.cujv.edu.mx/mision_1.htm)
  - <http://www.educadis.com.ar/ad1.htm>
  - <http://www.educadis.com.ar/eduglob.htm>
  - <http://www.educadis.com.ar/mymat.htm>
  - <http://www.educate.com.mx/educate/elearning.asp>
  - [www.interecon.econ.uba.ar/tecnologia\\_educacion/index.htm](http://www.interecon.econ.uba.ar/tecnologia_educacion/index.htm)
  - [www.metro.inter.edu/servacad/destudios/educacion.htm](http://www.metro.inter.edu/servacad/destudios/educacion.htm)
  - [www.tolsa.mineria.unam.mx/decfi/educacionadistancia.html](http://www.tolsa.mineria.unam.mx/decfi/educacionadistancia.html)
  - [www.uned.es/](http://www.uned.es/)
  - [www.uva.es/aufop/univers/unedfop.htm](http://www.uva.es/aufop/univers/unedfop.htm)

- <http://www.mty.itesm.mx/die/ddie/transferecia/transferecia55/eep5-5.html>
- [http://www.atc.edu.ec/investigacion/tesis/tesis\\_5.html](http://www.atc.edu.ec/investigacion/tesis/tesis_5.html)
- [http://www.utc.edu.ec/investigacion/tesis/tesis\\_3.htm](http://www.utc.edu.ec/investigacion/tesis/tesis_3.htm)
- [http://www.ruv.itesm.mx/ege/cie/tesis/com\\_48.htm](http://www.ruv.itesm.mx/ege/cie/tesis/com_48.htm)
- [http://www.ruv.itesm.mx/ege/cie/tesis/com\\_34.html](http://www.ruv.itesm.mx/ege/cie/tesis/com_34.html)
- [http://www.utp.ac.pa/seccion/topicos/educacion\\_a\\_distancia/cap2\\_tecnologias.html](http://www.utp.ac.pa/seccion/topicos/educacion_a_distancia/cap2_tecnologias.html)



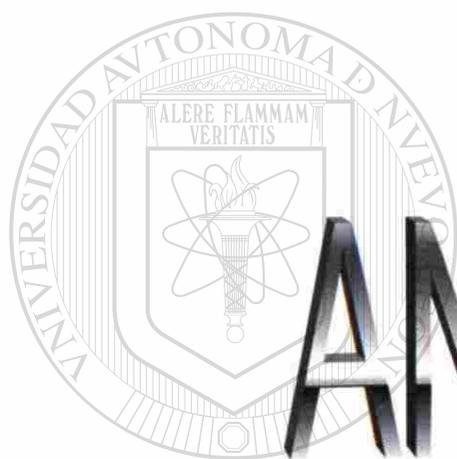
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





# ANEXOS

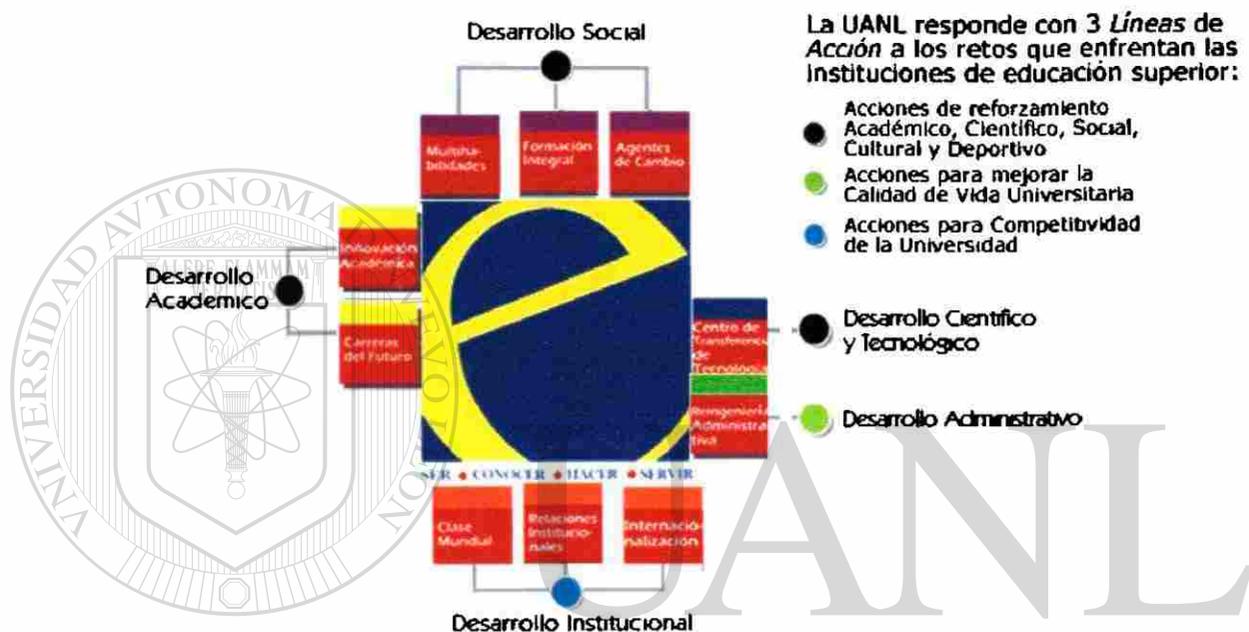
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ANEXO No.1



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**ANEXO No. 2**

- Entregar un esquema de la estructura cúbica centrada en las caras, en donde se indique el número de átomos que se encuentran dentro de la celda.
- Entregar por escrito una tabla con los 7 sistemas cristalinos y las 14 redes de Bravais.
- Entregar por escrito una lista de 15 metales en donde se especifique en cada uno el tipo ó tipos de estructuras cristalinas que presentan.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**ANEXO No. 3**

- Entregue por escrito cuales son las estructuras cristalinas más importantes en metales y esquematícelas.
- Elaborar un cubo en hielo seco en donde se especifiquen los valores estándares de sus lados y entregarlo.
- Dibuje en un papel cuadriculado la estructura cúbica centrada en el cuerpo, en donde se represente el número de átomos que hay dentro de la celda.
- Entregar por escrito y resueltos los siguientes problemas:
  - El potasio a 20°C es BCC y tiene un radio atómico de 0.238nm. calcule el valor de la constante de red en mm.
  - El tungsteno a 20°C es BCC y tiene un radio atómico de 0.141nm, calcular la constante de red en cm.
  - El sodio a 20°C es BCC y tiene una constante de red de 0.429nm, calcule su radio atómico en mm.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

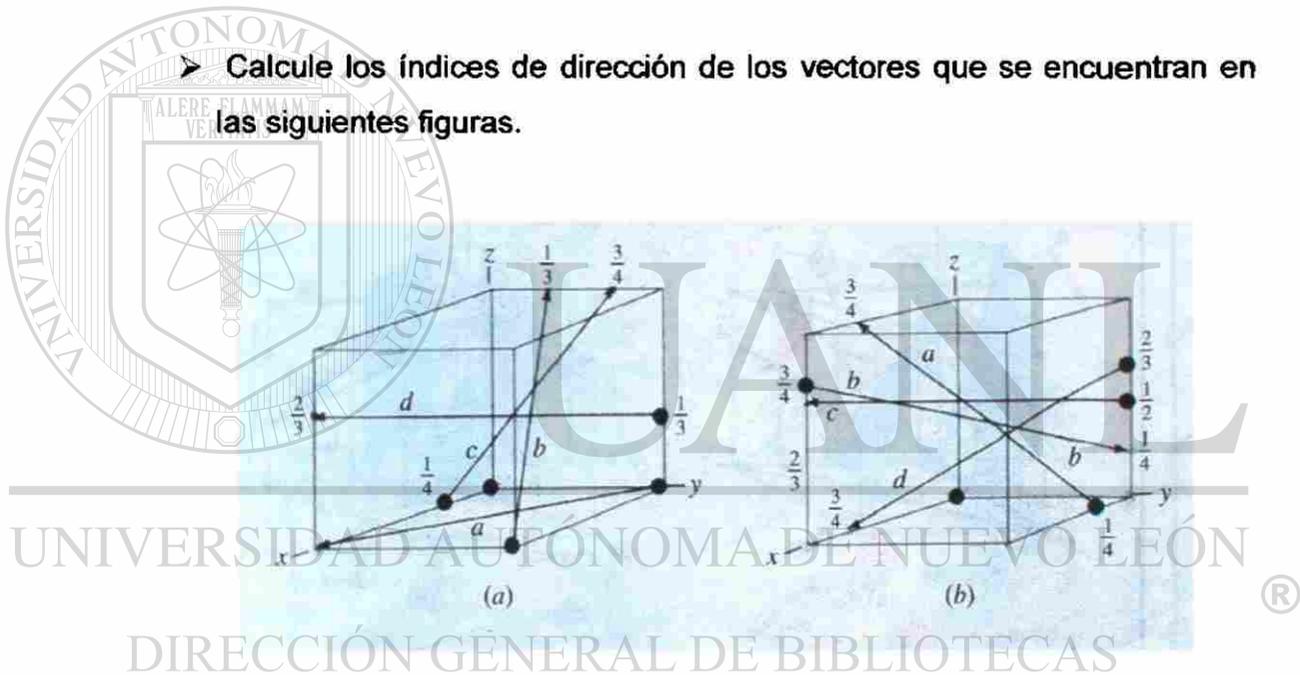


**ANEXO No. 4**

- Entregar por escrito una investigación sobre un metal que tenga estructura cúbica centrada en las caras, en donde indique propiedades físicas, químicas y que usos y aplicaciones tiene.
- Resolver los siguientes problemas y entregarlos por escrito:
  - El hierro tiene una estructura cristalina FCC a una temperatura mayor de  $912^{\circ}\text{C}$  y tiene una constante de red de  $0.408\text{nm}$ ; calcule el valor del radio atómico de un átomo de hierro en nm.
  - La plata tiene una estructura cristalina FCC a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$  y tiene una constante de red de  $0.409\text{nm}$ ; calcule el valor del radio atómico de un átomo de hierro en mm.
  - El plomo a  $20^{\circ}\text{C}$  es FCC y tiene un radio atómico de  $0.175\text{nm}$ , calcular la constante de red en cm.
  - El platino a  $20^{\circ}\text{C}$  es FCC y tiene un radio atómico de  $0.139\text{nm}$ , calcular la constante de red en mm.
  - El aluminio tiene una estructura cristalina FCC a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$  y tiene una constante de red de  $0.405\text{nm}$ ; calcule el valor del radio atómico de un átomo de aluminio en mm.

### ANEXO No. 5

- Entregar por escrito y resueltos los siguientes problemas:
  - El cadmio a 20°C es HCP; utilizando como valor de su radio atómico 0.148nm. Calcule el volumen de su celdilla unidad. Considere un factor de empaquetamiento de 0.74.
  - Esquematice en un papel milimétrico la estructura FCC en donde se representen sus átomos, coloque en cada átomo el valor de su posición.
  - Calcule los índices de dirección de los vectores que se encuentran en las siguientes figuras.



- Dibuje los vectores en celdas cúbicas a partir de los siguientes índices de Dirección.

$$[2\bar{1}2]$$

$$[\bar{3}2\bar{3}]$$

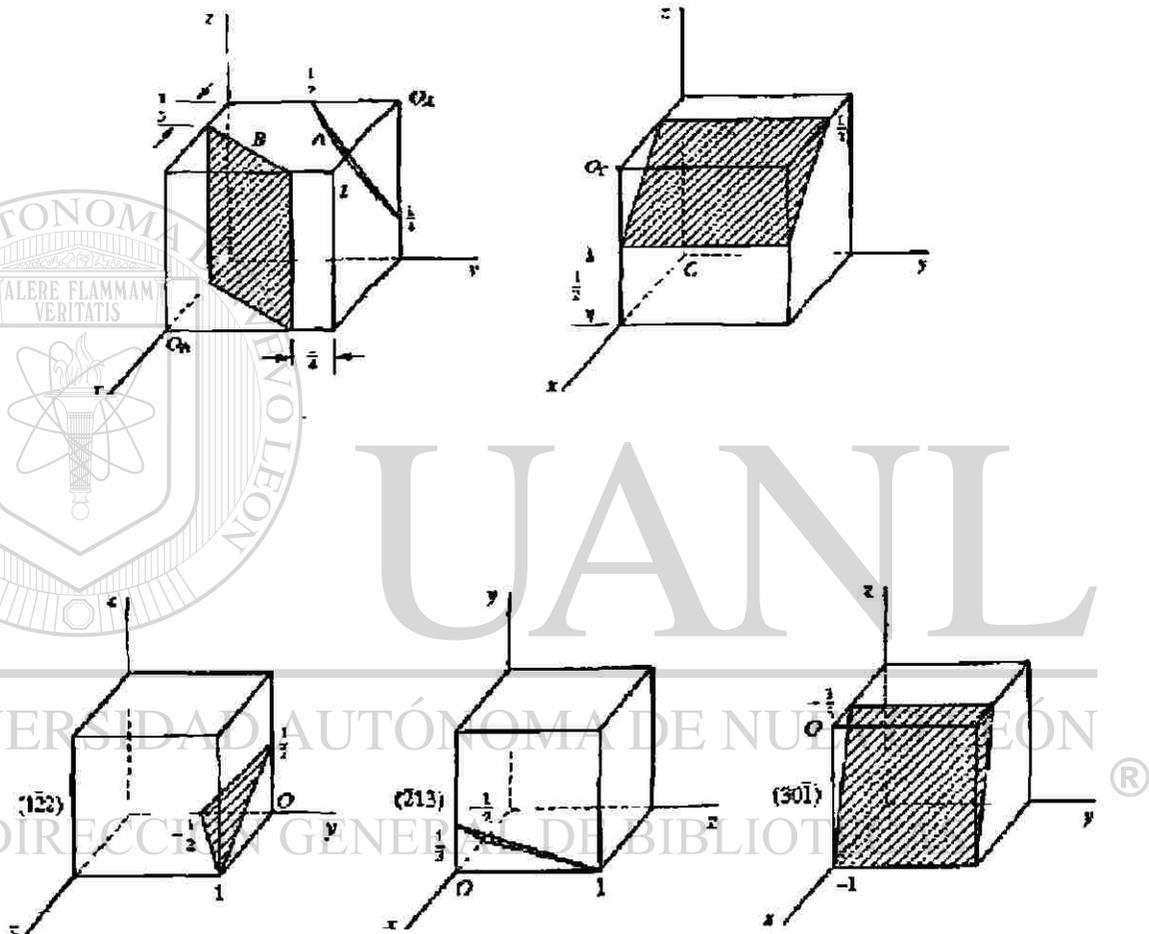
$$[20\bar{3}]$$

$$[100]$$

$$[10\bar{2}]$$

### ANEXO No.6

- De la celda mostrada a continuación calcule los índices de Miller para los planos ahí mostrados.



- De los siguientes índices de Miller dibuje los planos en celdas unidad cúbicas.

$(\bar{2}1\bar{3})$	$(\bar{2}3\bar{2})$
$(3\bar{2}1)$	$(1\bar{2}2)$
$(\bar{3}1\bar{2})$	$(\bar{2}2\bar{3})$
$(20\bar{3})$	

- A partir de los siguientes índices de Miller – Bravais, dibuje los planos cristalinos en celdas HCP.

$$(10\bar{1}\bar{1}) \quad (12\bar{1}\bar{2}) \quad (1\bar{2}1\bar{2})$$

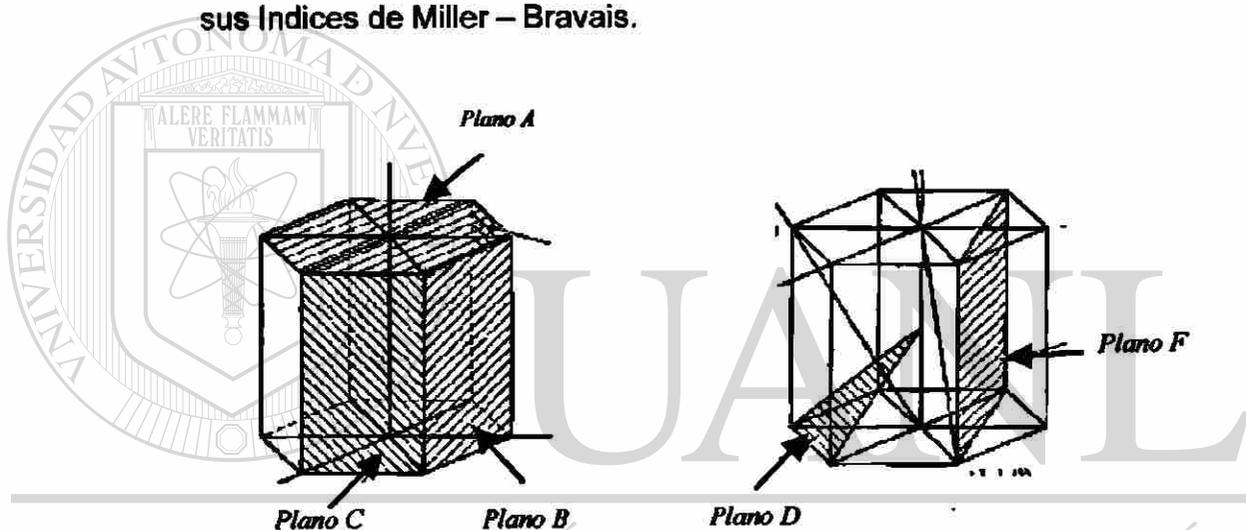
$$(\bar{1}\bar{2}\bar{1}\bar{0}) \quad (\bar{1}\bar{1}\bar{0}\bar{1}) \quad (2\bar{2}\bar{0}\bar{0})$$

- El calcio es FCC y tiene una constante de red igual a 0.5582nm. calcule los siguientes espaciamentos interplanares:

$$(\bar{2}10) \quad (\bar{3}12)$$

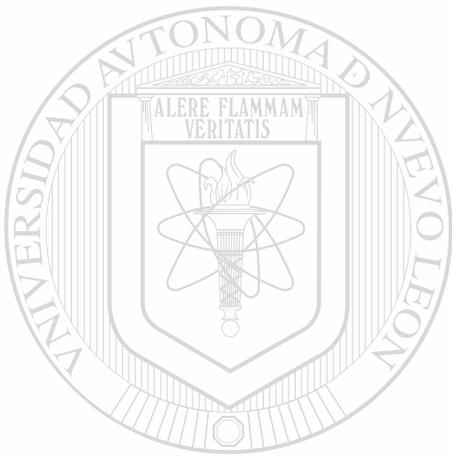
$$(211)$$

- En la siguiente figura se muestran los planos de la celda HCP, determine sus Índices de Miller – Bravais.



**ANEXO No.7**

- Investigue similitudes y diferencias entre las celdas FCC y HCP, en fuentes bibliográficas diferentes al libro de texto. Realícelo en forma de tabla.



# UANL

---

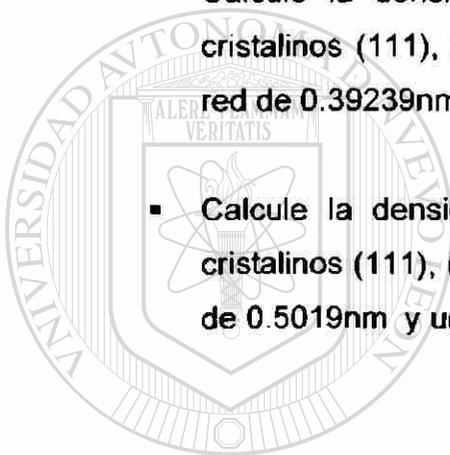
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**ANEXO No.8**

- La constante de red del carbono es  $a= 0.24612\text{nm}$  y  $c=0.67078\text{nm}$ , cuya estructura cristalina es HCP, así como su peso atómico es  $12.01115\text{ g/mol}$ . Calcule su densidad en  $\text{g/cm}^3$ .
- Calcule la densidad del paladio en  $\text{g/cm}^3$ ; si su constante de red  $a= 0.38907\text{nm}$  y su peso atómico es  $106.4\text{ g/mol}$ .
- Calcule la densidad atómica planar en  $\text{átomos/nm}^2$  para los planos cristalinos (111), (001) y (110) en el platino, que tiene una constante de red de  $0.39239\text{nm}$  y una estructura FCC.
- Calcule la densidad atómica planar en  $\text{átomos/mm}^2$  para los planos cristalinos (111), (001) y (110) en el bario, que tiene una constante de red de  $0.5019\text{nm}$  y una estructura BCC.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**ANEXO No.9**

- Calcule la densidad atómica lineal en átomos/mm, para las siguientes direcciones en el tantalio con estructura cristalina BCC, que tienen una constante de red  $a$  de 0.33.026nm.  
a) [ 100]      b) [ 110]      c) [ 111]
  
- Calcule la densidad atómica lineal en átomos/nm para las siguientes direcciones en el cobre con estructura cristalina FCC, que tienen una constante de red  $a$  de 0.36147nm.  
a) [ 100]      b) [ 110]      c) [ 111]
  
- Calcule la densidad atómica lineal en átomos/nm para las siguientes direcciones en el tungsteno con estructura cristalina BCC, que tienen una constante de red  $a$  de 0.31648nm.  
a) [ 010]      b) [ 011]      c) [ 101]
  
- El hierro es un metal alotrópico, haga un esquema en donde indique las temperaturas a las cuales sufre cambio y que estructura se presenta en dichos cambios; así como las fases que presenta.

**ANEXO No.10**

- Dibuje un diagrama esquematizado de un tubo de rayos X de uso en difracción e indique el camino de los electrones y de los rayos X.
- ¿Cuál es la característica de la radiación de los rayos X y cuál es su origen?
- Una muestra de metal BCC, fue colocada en un difractómetro de rayos X utilizando radiación X de longitud de onda igual a  $0.1541\text{nm}$  a  $2\theta = 101.502^\circ$ ; se obtiene difracción a partir de los planos (310). Calcule el valor de la constante de red  $a$  para éste metal elemental BCC. Considere primer orden de difracción  $n=1$ .
- Rayos X de longitud de onda desconocida son difractados por una muestra de níquel. El ángulo  $2\theta$  era  $102.072^\circ$ ; para los planos (220). ¿Cuál es la longitud de onda de los rayos X utilizados? la constante de red del níquel es de  $0.352236\text{nm}$ ; considérese primer orden de difracción  $n=1$ .

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## ANEXO No.11

### ESTRUCTURAS Y GEOMETRIA CRISTALINAS

#### Tema II

- REDES ESPACIALES Y CELDAS UNIDAD

La importancia en la Ingeniería, de la estructura física de los materiales sólidos depende:

- \* De la disposición de los átomos, iones ó moléculas que constituyen el sólido
- \* De las fuerzas de enlace entre ellos

**Cristaloquímica:** ciencia que estudia las estructuras de materiales cristalinos

**Cristal o sólido cristalino:** es un sólido compuesto de átomos, iones o moléculas ordenados de una cierta forma y que se repite en 3 dimensiones.

**Estructura cristalina:** modelo regular de 3 dimensiones de átomos o iones en el espacio.

Ejemplos: metales, aleaciones y cerámicos.

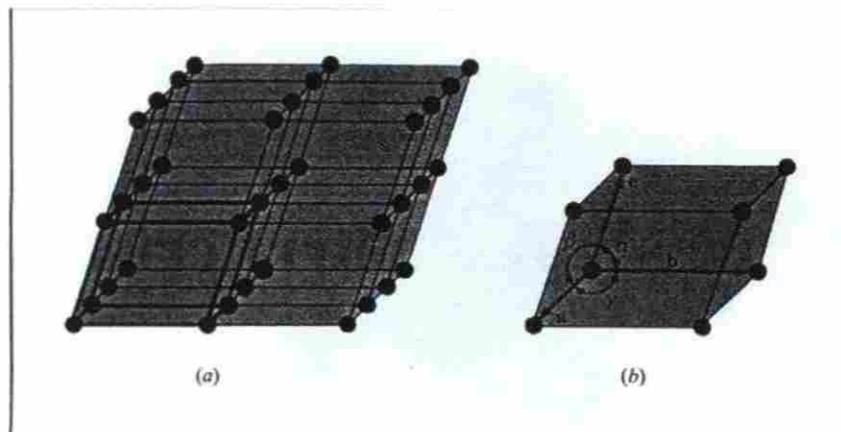
**Reticulo ó red Espacial:** es una disposición de puntos tridimensional

infinita. (fig.3.1 a)

**Celda Unidad:** es la unidad mas pequeña de una estructura cristalina en 3 dimensiones, la cual muestra la simetría completa de la estructura.

El tamaño y la forma de la celda unidad puede describirse por 3 vectores reticulares a,b y c (se originan apartir de un vértice).

Las longitudes axiales a,b y c, y los ángulos interaxiales  $\alpha$  ,  $\beta$  y  $\gamma$  son las constantes reticulares de la celda unidad. (fig.3.1b)



**Numero de átomos por celda unidad:** es el producto del numero de átomos por punto reticular multiplicado por el numero de puntos de red por celda unidad

$1/8$  punto de red- esq.  $\times$  8 esq. Celda = 1 punto de red de celda

**Numero de coordinación:** es el numero de átomos que se encuentran en contacto con un átomo en particular, o el numero de átomos vecinos mas cercanos.

---

No. Coord

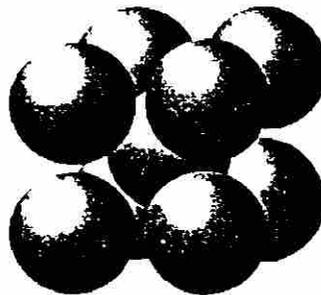
Cúbica simple 6

Cúbica centrada en el cuerpo 8

Cúbica centrada en las caras 12

Hexagonal compacta 12

®



### • SISTEMAS CRISTALINOS Y REDES DE BRAVAIS

Hay 7 formas fundamentales de celdas unidad, llamadas también sistemas cristalinos (tabla 3.1)

**TABLA 3.1.** Clasificación de retículos espaciales en sistemas cristalinos

Sistema cristalino	Longitudes axiales y ángulos interaxiales	Retículos espaciales
Cúbico	3 ejes iguales en ángulos rectos $a = b = c$ , $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Cúbico sencillo Cúbico centrado en el cuerpo Cúbico centrado en las caras
Tetragonal	3 ejes en ángulos rectos, dos de ellos iguales $a = b \neq c$ , $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Tetragonal sencillo Tetragonal centrado en el cuerpo
Ortorrómico	3 ejes distintos en ángulos rectos $a \neq b \neq c$ , $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Ortorrómico sencillo Ortorrómico centrado en el cuerpo Ortorrómico centrado en las bases Ortorrómico centrado en las caras
Romboédrico	3 ejes iguales, inclinados por igual $a = b = c$ , $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	Romboédrico sencillo
Hexagonal	2 ejes iguales a $120^\circ$ y a $90^\circ$ con el tercero $a = b \neq c$ , $\alpha = \beta = 90^\circ$ , $\gamma = 120^\circ$	Hexagonal sencillo
Monoclínico	3 ejes distintos, dos de ellos no forman $90^\circ$ $a \neq b \neq c$ , $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$	Monoclínico sencillo Monoclínico centrado en la base
Triclínico	3 ejes distintos con distinta inclinación, y sin formar ningún ángulo recto $a \neq b \neq c$ , $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	Triclínico sencillo

Los 7 sistemas cristalinos presentan variaciones de la celda unidad básica, estas se llaman las 14 Redes de Bravais (fig.3.2)

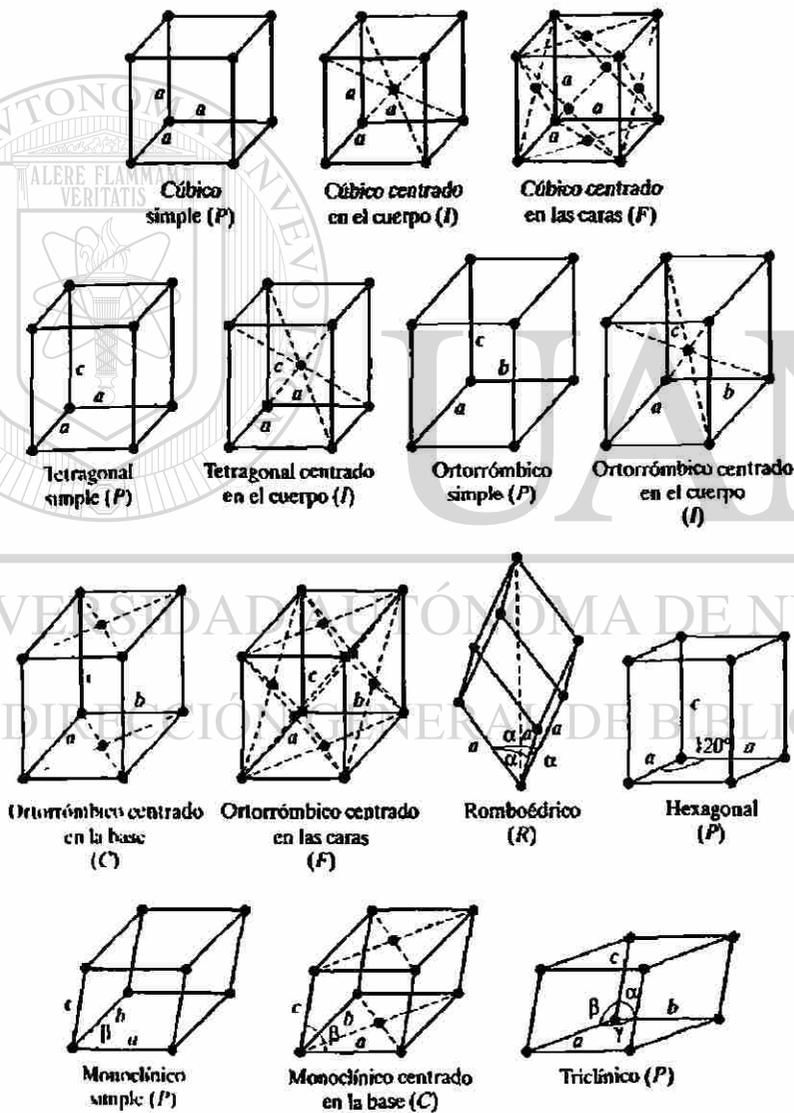


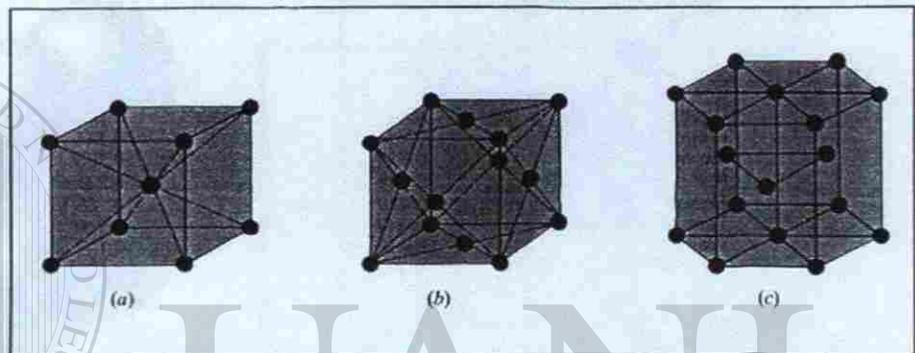
Fig. 2-4 Las 14 redes de Bravais.

## ANEXO No.12

### • PRINCIPALES ESTRUCTURAS CRISTALINAS METALICAS

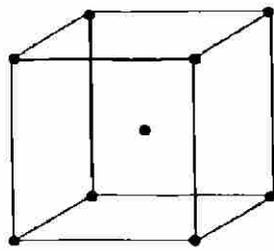
- Cúbica centrada en el cuerpo (BCC) fig. 3.3. a
- Cúbica centrada en las caras (FCC) fig. 3.3. b
- Hexagonal compacta (HCP) fig. 3.3.c

Figura 3.3. Celdillas unidad de las principales estructuras cristalinas metálicas— (a) cúbica centrada en el cuerpo; (b) cúbica centrada en las caras; (c) hexagonal compacta.

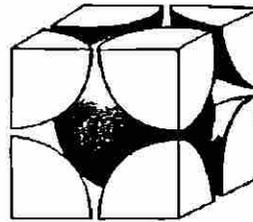


### • ESTRUCTURA CRISTALINA CUBICA CENTRADA EN EL CUERPO (BCC)

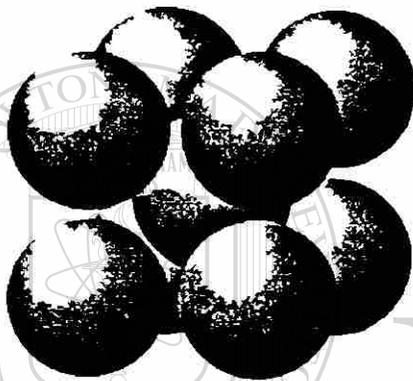
- En esta celda unidad las esferas sólidas representan los centros donde los átomos están localizados
- Si representamos los átomos como esferas rígidas. El átomo central se encuentra rodeado por los otros 8 vecinos por lo tanto su número de coordinación = 8
- Si aislamos una celda unidad sencilla de esferas rígidas un átomo completo esta localizado en el centro y 1/8 de esfera esta localizado en cada vértice de la celda unidad, haciendo el equivalente de otro átomo.
- Por lo tanto  $1 (\text{centro}) + 8 \times 1/8 (\text{vértices}) = 2 \text{ átomos. (fig.3.3.1)}$



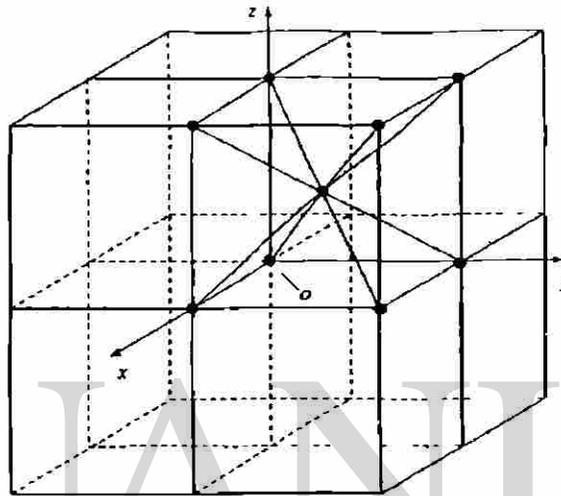
a)



c)



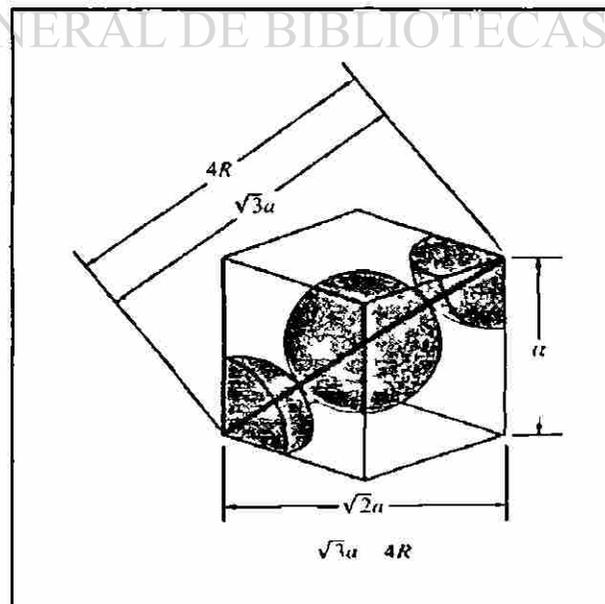
b)



d)

a) longitud de la Cara del cubo. (Fig.3.5)

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



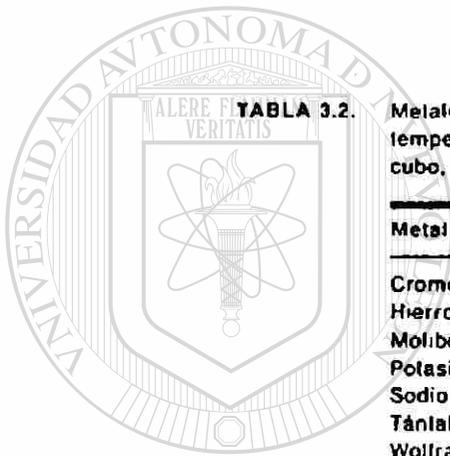
**Figura 3.5.**  
Celdilla unidad BCC  
que muestra la relación  
entre la constante  
de red  $a$  y el radio  
atómico  $R$ .

$$a = \frac{4R}{3}$$

Donde:

a.-long. Cara del cubo

R.- radio atómico (tabla 3.2)



**TABLA 3.2.** Metales seleccionados que tienen la estructura cristalina BCC a temperatura ambiente (20 °C) y sus constantes reticulares (arista del cubo, a) y radios atómicos (R)

Meta:	Constante reticular (a), nm	Radio atómico R <sup>+</sup> , nm
Cromo	0,289	0,125
Hierro	0,287	0,124
Molibdeno	0,315	0,136
Potasio	0,533	0,231
Sodio	0,429	0,185
Tántalo	0,330	0,143
Wolframio	0,316	0,137
Vanadio	0,304	0,132

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ej. El hierro a 20°C presenta una estructura BCC con átomos de radio

atómico 0.124nm. Calcular la constante de red a para el lado del cubo de la celda unidad del Fe.

$$a = \frac{4R}{3} = \frac{4(0.124nm)}{3} = 0.2864nm$$

**ANEXO No.13**

b)Factor de empaquetamiento: si los átomos en la celda BCC se consideran esféricos, el factor de empaquetamiento atómico (APF) es igual a 0.68 ó 68%, es decir, que éste % esta ocupado por átomos y el 32% esta vacio, y puede calcularse de la siguiente manera:

$$\text{APF} = \frac{\text{volumen de átomos en la celda}}{\text{volumen de la celda unidad}}$$

Ej. Calcúlese el APF para la celda unidad BCC, suponiendo que los átomos son esferas macizas.

Hay 2 átomos por celda unidad BCC, el volumen de dichos átomos de radio R es:

$$V_{\text{átomos}} = 2\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right) = 8.373R^3$$

El volumen de la celda BCC es:

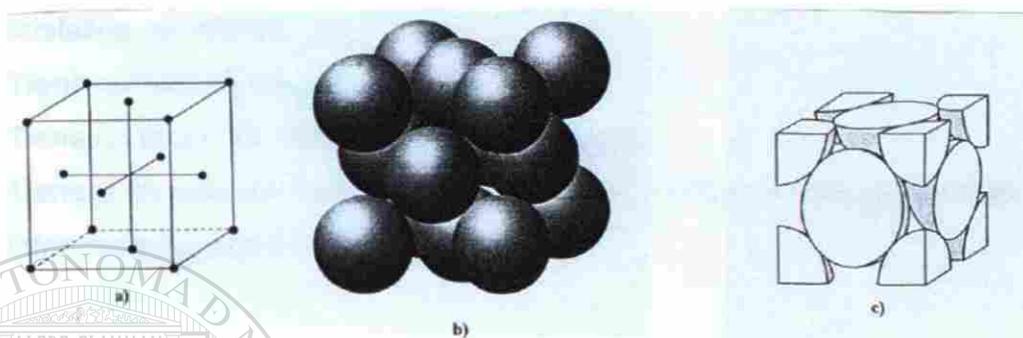
$$V_{\text{celda unidad}} = a^3 = \frac{4R}{3}^3 = 12.32R^3$$

Por lo tanto:

$$\text{APF} = \frac{V_{\text{átomos/celda unidad}}}{V_{\text{celda unidad}}} = \frac{8.373R^3}{12.32R^3} = 0.68$$

- ESTRUCTURA CRISTALINA CUBICA CENTRADA EN LAS CARAS (FCC)
- \* En esta celda unidad hay un punto reticular en cada vértice del Cubo y otro en el centro de cada cara del cubo.
- \* El modelo de esferas sólidas indica que los átomos están unidos lo mas compacto posible

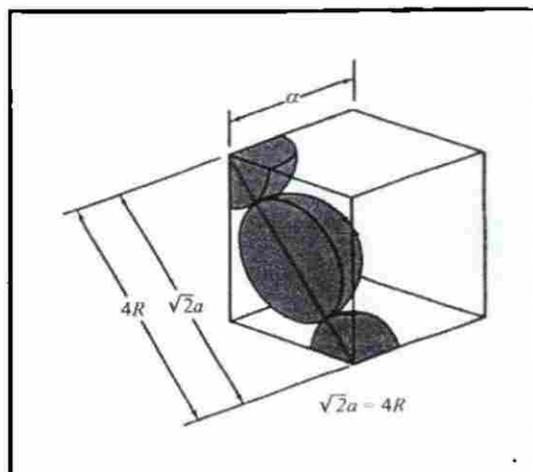
- \* La celda FCC tiene 4 átomos por celda unidad
- \* Los 8/8 de átomo de los vértices cuentan por 1 ( $8 \times 1/8 = 1$ ) y los 6/2 átomos en las caras del cubo contribuyen con 3 átomos mas, dado un total de 4 átomos por celda unidad.



El APF para la estructura FCC es 0.74 y es el máximo posible para empaquetamiento de átomos esféricos. Y para esta estructura la longitud de la cara del cubo  $a$  (fig.3.7) es:

$$a = \frac{4R}{\sqrt{2}}$$

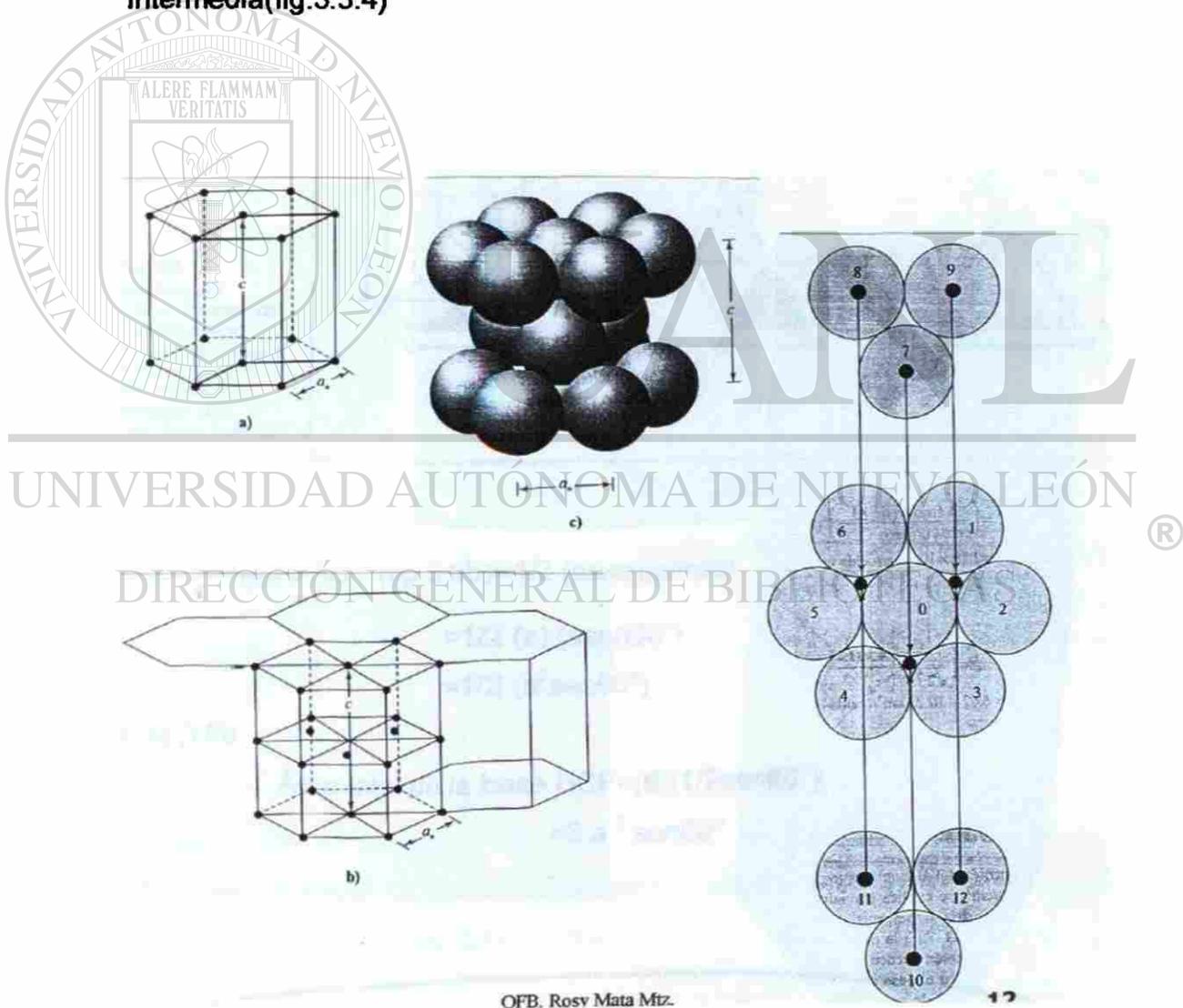
Nota: muchos metales como Al, Cu, Pb, Ni y Fe a elevadas temperaturas (912 a 1394°C) cristalizan según la estructura FCC. (fig.3.7)



**Figura 3.7.** Celdilla unidad FCC que muestra la relación entre la constante de red  $a$  y el radio atómico  $R$ . Los átomos contactan a lo largo de las diagonales de las caras  $\sqrt{2}a = 4R$ .

**ANEXO No.14**

- **ESTRUCTURA CRISTALINA HEXAGONAL COMPACTA (HCP)**
- \* Es una celda unidad con una disposición de empaquetamiento atómico en el cual 12 átomos rodea a un átomo idéntico central.
- \* La secuencia de apilamiento de planos compactos en una estructura cristalina es ABAB.....
- \* Tiene numero de coordinación 12
- \* Tiene un factor de empaquetamiento de 0.74
- \* Tiene 6 átomos por celda unidad, 3 átomos forman un triángulo en la capa intermedia(fig.3.3.4)

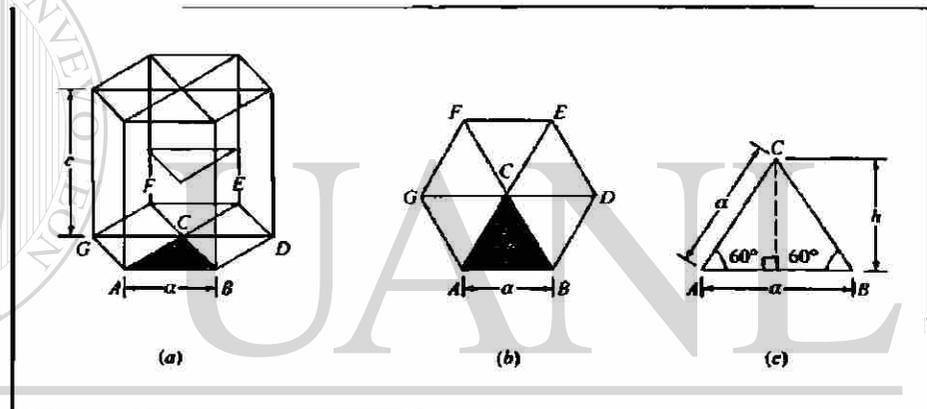


La relación de la altura del prisma hexagonal de la estructura cristalina HCP al lado de la base  $a$ , se llama relación  $c/a$

Ej. Calcular el volumen de la celda unidad de la estructura cristalina del zinc usando los siguientes datos: el zinc puro tiene estructura HCP con constantes de red  $a=0.2667\text{nm}$  y  $c=0.4947\text{ nm}$ .

Solución: El volumen de la celda unidad HCP del zinc puede ser obtenida determinando el arrea de la base de la celda unidad y multiplicando ésta por su altura (fig.3.9)

Figura 3.9.  
Diagramas para  
calcular el volumen de  
una celdilla unidad  
HCP, (a) celdilla unidad  
HCP, (b) base de la  
celdilla unidad HCP,  
(c) triángulo ABC  
extraído de la base de  
la celdilla unidad.



Área del triángulo ABC (fig.3.9b)= $1/2$  (base)(altura)

$$=1/2 (a) (a\text{sen}60^\circ)$$

$$=1/2 (a^2\text{sen}60^\circ)$$

de la fig.3.9b

$$\text{Área total de la base HCP}=(6)(1/2\text{sen}60^\circ)$$

$$=3 a^2 \text{sen}60^\circ$$

de la fig. 3.9a

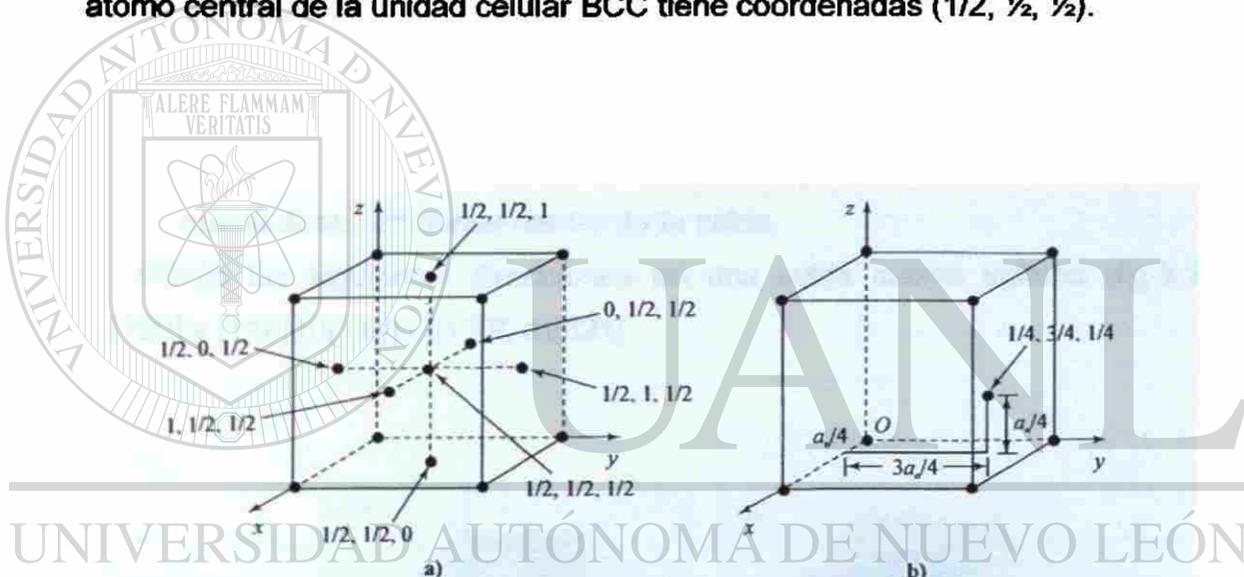
$$\text{Volumen de la celda HCP}=(3 a^2\text{sen}60^\circ)( c)$$

$$V=(3)(0.2665\text{nm})^2(0.866)(0.4947\text{nm})$$

$$V=0.0913\text{nm}^3$$

- POSICIONES ATOMICA EN CELDAS UNIDAD BASICA

Coordenadas de los puntos: las posiciones atómicas unitarias se localizan usando distancias a lo largo de los ejes  $x$ ,  $y$ , y  $z$  como se indica en la fig. 3.4.3. a las coordenadas de posición para los átomos en la celda unitaria FCC. El átomo central de la unidad celular BCC tiene coordenadas  $(1/2, 1/2, 1/2)$ .



**FIGURA 3.4-3** Celda unitaria cúbica con el origen, el punto  $O$ , en el vértice inferior izquierdo posterior, mostrando (a) las coordenadas de los seis centros de cara y del centro del cubo, y (b) la ubicación del punto  $1/4, 3/4, 1/4$ , que se determina partiendo del origen y avanzando una distancia  $a_0/4$  en la dirección  $x$ , después  $3a_0/4$  en la dirección  $y$  y finalmente  $a_0/4$ , en la dirección  $z$ .

- DIRECCIONES EN CELDILLAS UNIDAD CUBICAS

Para cristales cúbicos los índices de Dirección Cristalográficas son los componentes vectoriales de las direcciones resueltas a lo largo de cada eje de coordenadas a los enteros mas pequeños

### Cálculos para obtener los índices de dirección

- ✓ se determinan las coordenadas de 2 puntos que estén en esa dirección.
- ✓ se restan las coordenadas (adelante menos la de atrás)
- ✓ se eliminan fracciones reduciéndose la resta a números enteros
- ✓ se representan los números enteros entre corchetes y los valores negativos se representan con una barra sobre el numero.

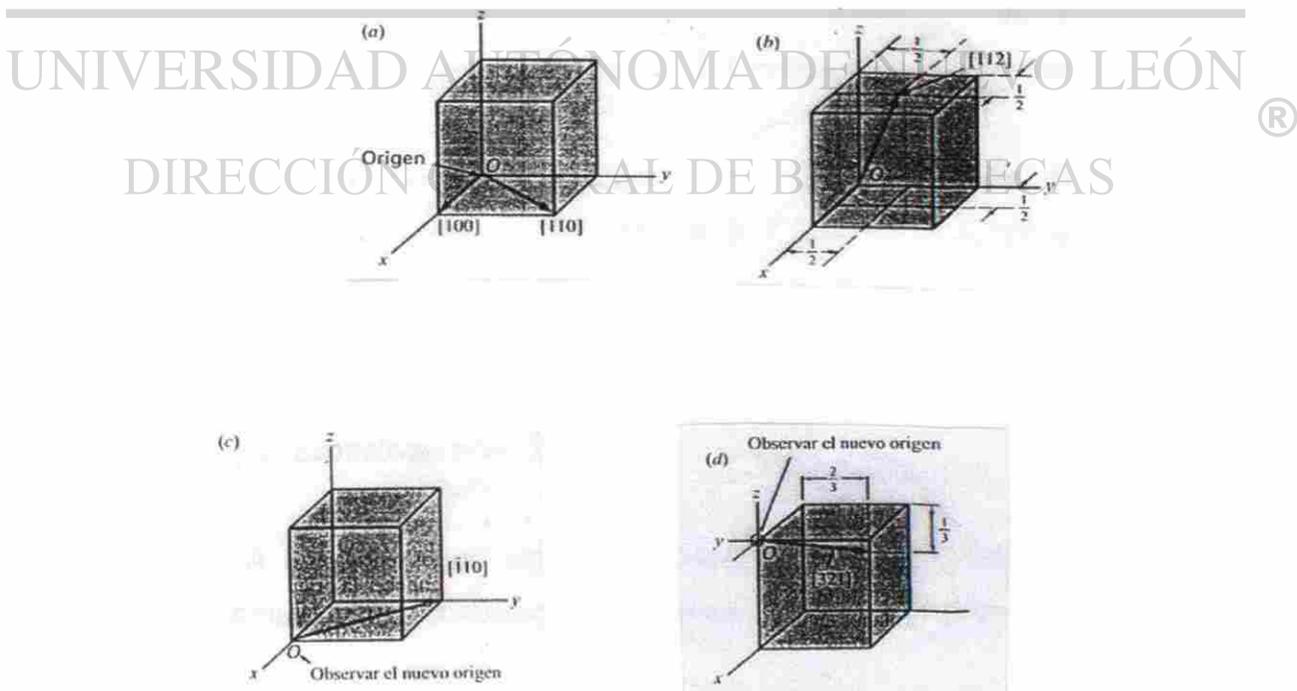
### Cálculos para graficar las direcciones

- ✓ El índice de dirección se divide entre el numero mayor
- ✓ de la división anterior se obtienen los valores de x, y, y z.
- ✓ posteriormente se grafica en la celda cúbica.

Nota: para valores negativos hay que mover el origen, de tal manera que la dirección quede dentro de la celda.

Ej. Dibuje las siguientes direcciones en una celda cúbica unitaria (fig.3.12)

a)[100] y [110], b)[112], c)[110], d)[321]



## ANEXO No.15

### • INDICES DE MILLER PARA PLANOS CRISTALOGRAFICOS EN CELDAS UNIDAD CUBICAS

Los índices de Miller de un plano cristalino están definidos como los recíprocos de las intersecciones que el plano determina con los ejes x,y, y z de los 3 lados no paralelos del cubo unitario.

El procedimiento de DETERMINACIÓN DE LOS INDICES DE MILLER para un plano de un cristal cúbico es el sig:

- escoger un plano que no pase por el origen en (0,0,0)
- determinar las intersecciones del plano en base a loa ejes x, y, y z cristalográficos para un cubo unitario. Estas intersecciones pueden ser fraccionarias.
- Construir los recíprocos de estas intersecciones

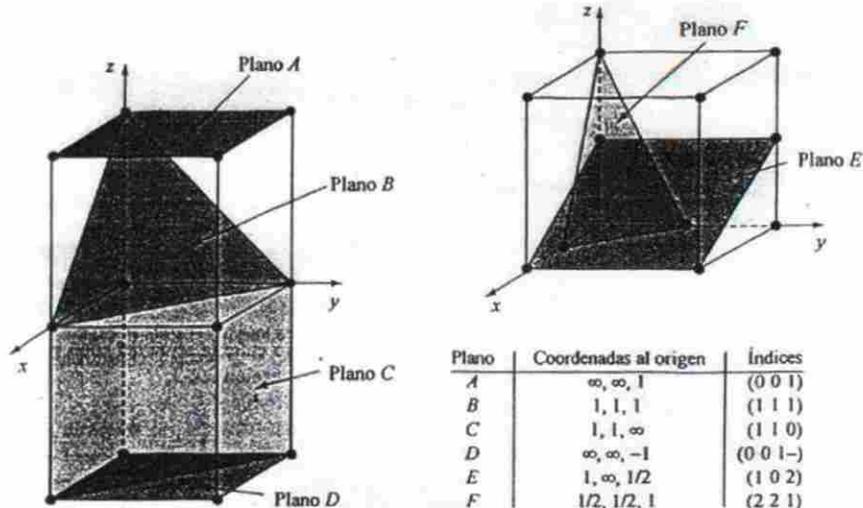
• Despejar fracciones y determinar el conjunto mas pequeño de números enteros que estén en la misma razón que las intersecciones.

• Estos números enteros son los índices de Miller de un plano cristalográfico y se encierra entre paréntesis ( ) sin usar comas.

• La notación ( h k l) se usa para indicarlos en sentido general, donde h, k y l son los índices de Miller para un plano de un cristal cúbico de ejes x, y, y z respectivamente.(fig.3.4.6)

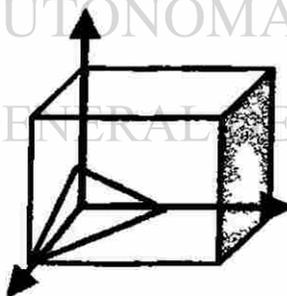
• A los grupos de planos de redes equivalentes relacionados por la misma simetría cristalino se les llamas Familia de Planos.

**FIGURA 3.4.6-**  
Índices de Miller,  $(h\ k\ l)$ , para especificar planos en una red cristalina. Se ha colocado arbitrariamente el origen en el vértice inferior izquierdo trasero en la celda unitaria superior del inciso a), y en el vértice inferior izquierdo trasero de la celda unitaria del inciso b).



El procedimiento para DIBUJAR UN PLANO A PARTIR DE LOS INDICES DE MILLER es el sig:

- ✓ Los valores del Índice de Miller ej. (123)
- ✓ Se dividen entre el menor número, sin tomar en cuenta el cero 1/1, 2/1 y 3/1
- ✓ Después se invierten y se obtienen los cortes en los ejes, y y z  $x=1, y=1/2$  y  $z=1/3$



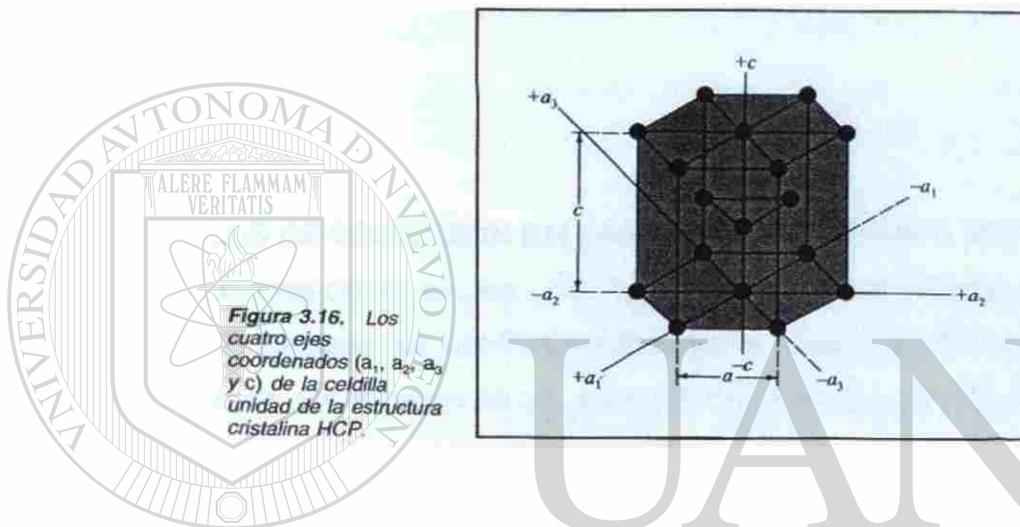
**Distancia Interplanar**

La distancia interplanar entre 2 planos paralelos muy cercanos con los mismos Índices de Miller se designa por  $d_{hkl}$ , donde  $h, k$  y  $l$  son los Índices de Miller de los planos.

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

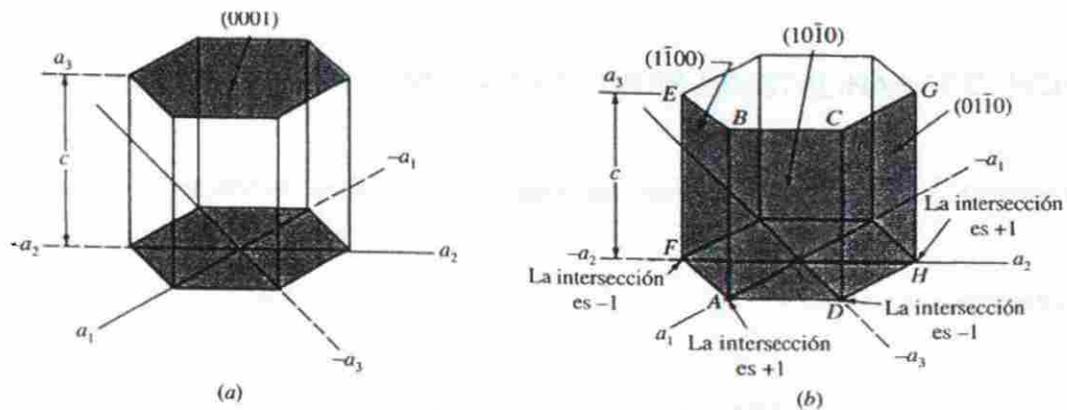
- PLANOS Y DIRECCIONES CRISTALOGRAFICAS EN CELDAS UNIDAD HEXAGONALES

Índices para los planos cristalinos HCP, llamados Índices de Miller Bravais, son designados por las letras h, k, i, l y encerrados entre paréntesis como (h k i l), están basados en un sistema coordenado de 4 ejes (fig. 3.16).



a) Planos Básales: los planos básicos de la celda unidad HCP son muy importantes (fig.3.17), el plano basal de la parte superior es paralelo a los ejes  $a_1$ ,  $a_2$ , y  $a_3$ , y las intersecciones de este plano con estos ejes serán todas el valor  $\infty$ . Así,  $a_1=\infty$ ,  $a_2=\infty$ ,  $a_3=\infty$ .

b) Planos del prisma: las intersecciones del plano del prisma frontal (ABCD) de la fig.3.17b son  $a_1=+1$ ,  $a_2=\infty$ ,  $a_3=-1$  y  $c=\infty$ . Tomando los recíprocos de estas intersecciones tenemos  $h=1$ ,  $k=0$ ,  $i=-1$  y  $l=0$ , ó el plano (1000).



#### \* INDICES DE DIRECCIÓN EN LAS CELDAS UNITARIAS HCP

Las direcciones en las celdas unitarias HCP se indican también por 4 índices  $u, v, t$  y  $w$  encerrados en corchetes como  $[uv\bar{t}w]$ . Los índices  $u, v, t$  son vectores reticulares en las direcciones  $a_1, a_2$  y  $a_3$ , respectivamente (fig.3.18) y el índice  $w$  es un vector reticular en la dirección  $c$ .

Algunas de las direcciones más importantes de las celdas unitarias HCP están indicadas en la fig.3.18.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

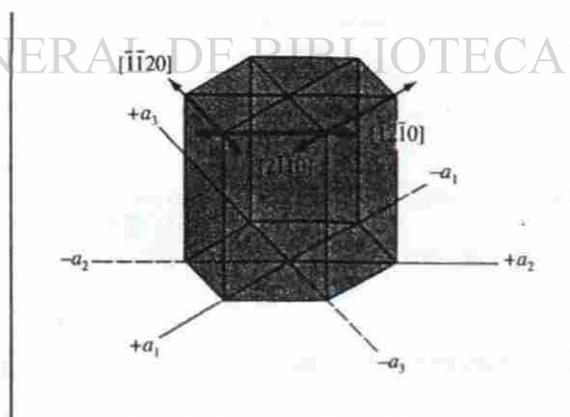


Figura 3.18. Algunas direcciones importantes en celdillas unidad HCP.

## ANEXO No.16

### \* COMPARACION ENTRE LAS ESTRUCTURAS CRISTALINAS FCC, HCP Y BCC

Estructuras cristalinas cúbicas centrada en las caras (FCC) y hexagonal compacta (HCP).

- \* Ambas estructuras cristalinas HCP y FCC son estructuras compactas.
- \* Tienen un factor de empaquetamiento de 0.74 ó 74%
- \* Las 2 estructuras tiene numero de coordinación de 12
- \* Los planos (111) de la estructura cristalina FCC mostrados en la fig.3.19 a tienen un orden de agrupamiento idéntico al de los planos (0001) de la estructura cristalina HCP mostrados en la fig. 3.19b.



- \* Una diferencia es la secuencia de apilamiento viendo hacia la dirección  $c$  en la estructura HCP y hacia  $[111]$  en la estructura FCC, como muestra la fig. 3.53 a y b.
- \* La secuencia de apilamiento de la estructura tridimensional HCP es ABABABA...(fig.3.5.4b).
- \* La secuencia de apilamiento de la estructura compacta FCC es ABCABC...(fig.3.5.4)

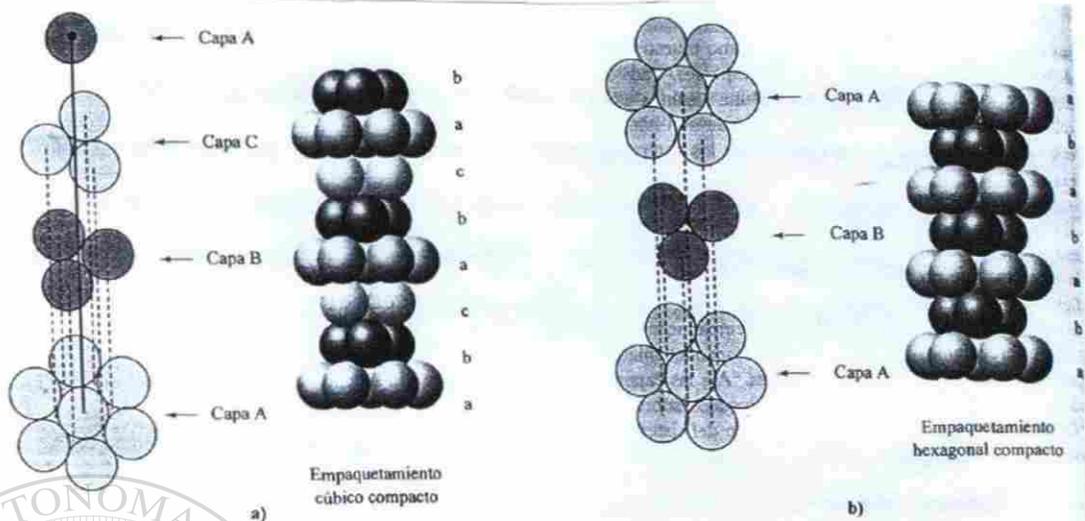
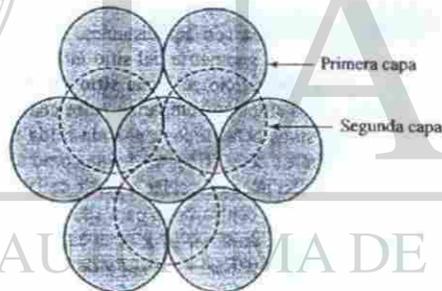


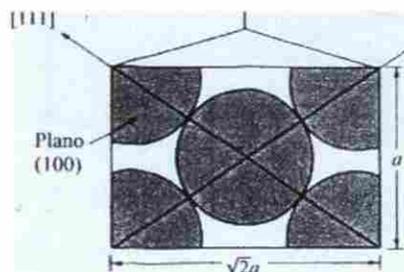
FIGURA 3.5.4 Ilustraciones de la secuencia de apilamiento de planos compactos en a) la estructura CCC y b) en la estructura HC. Observe que la secuencia de apilamiento es ABCABC... en las celdas CCC, y ABABAB... en las celdas HC.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- **ESTRUCTURA CRISTALINA CUBICA CENTRADA EN EL CUERPO (BCC)**
  - \* La estructura BCC no es una estructura compacta
  - \* Los planos mas densos en la estructura BCC son los planos de la familia [110] de los cuales el plano (110) se muestra en la fig.3.21 b.



## ANEXO No.17

### • DENSIDAD VOLUMÉTRICA Y PLANAR EN CELDAS UNIDAD

Densidad Volumétrica. Utilizando el modelo atómico de esfera compacta para la celda unidad de la estructura cristalina de un metal y un valor para el radio atómico del metal obtenido del análisis de difracción de rayos x, se puede obtener un valor para la densidad volumétrica usando la ecuación:

$$\text{Densidad Volumétrica del metal } \rho_v = \frac{\text{masa de la celda unidad}}{\text{Volumen de la celda unidad}}$$

Ej. El cobre tiene una estructura cristalina FCC y un radio atómico de 0.1278nm. Considerando que los átomos son esferas compactas que contactan a lo largo de las diagonales de la celda unidad FCC, como muestra la fig.3.7, calcúlese el valor teórico de la densidad del cobre en megagramos por metro cúbico. La masa atómica del cobre es 63.54g/mol.

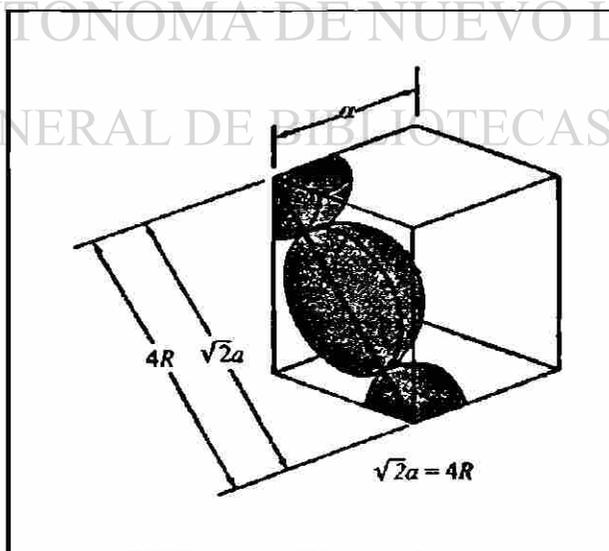


Figura 3.7. Celdilla unidad FCC que muestra la relación entre la constante de red  $a$  y el radio atómico  $R$ . Los átomos contactan a lo largo de las diagonales de las caras  $\sqrt{2}a = 4R$ .

**Solución:**

Para la celdilla unidad FCC,  $2a = (4R)^2$ , donde  $a$  es la constante de red de la celdilla unidad y  $R$  es el radio atómico del cobre. Así,

$$a = \frac{4R}{\sqrt{2}} = \frac{(4)(0,1278 \text{ nm})}{\sqrt{2}} = 0,361 \text{ nm}$$

$$\text{Densidad volumétrica del cobre} = \rho_v = \frac{\text{masa de la celdilla unidad}}{\text{volumen de la celdilla unidad}} \quad (3.5)$$

En la celdilla unidad FCC hay cuatro átomos. Cada átomo de cobre tiene una masa de  $(63,54 \text{ g/mol}) / (6,02 \times 10^{23} \text{ átomos/mol})$ . Así que la masa  $m$  de cobre en la celdilla unidad es

$$m = \frac{(4 \text{ átomos})(63,54 \text{ g/mol})}{6,02 \times 10^{23} \text{ átomos/mol}} \left( \frac{10^{-6} \text{ Mg}}{\text{g}} \right) = 4,22 \times 10^{-28} \text{ Mg}$$

El volumen  $V$  de la celdilla unidad de cobre es

$$V = a^3 = \left( 0,361 \text{ nm} \times \frac{10^{-9} \text{ m}}{\text{nm}} \right)^3 = 4,70 \times 10^{-29} \text{ m}^3$$

Por tanto, la densidad del cobre es:

$$\rho_r = \frac{m}{V} = \frac{4,22 \times 10^{-28} \text{ Mg}}{4,70 \times 10^{-29} \text{ m}^3} = 8,98 \text{ Mg/m}^3 \text{ (8,98 g cm}^3\text{)} \quad \blacktriangleleft$$

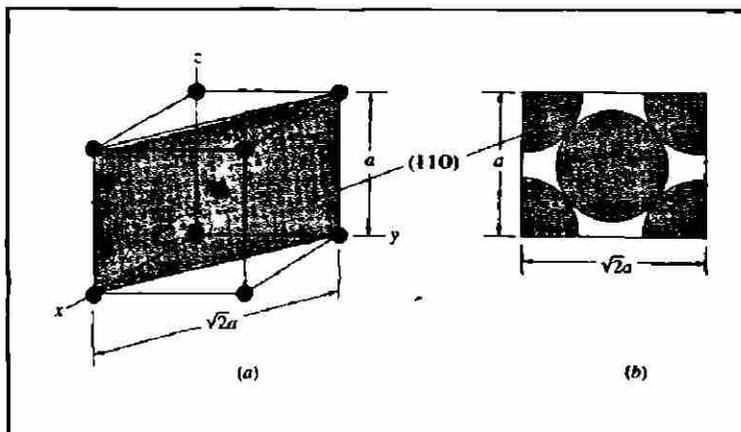
\* **DENSIDAD ATÓMICA PLANAR ( $\rho_p$ )**

$$\rho_p = \frac{\text{No. Equiv. de átomos cuyos centros están interseccionados por el área seleccionada (plano)}}{\text{área seleccionada (plano)}}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

En estos cálculos se utilizan el área de un plano que intersecciona a la celda unidad (fig.3.22 y ej. 3.12)

**Figura 3.22.**  
(a) Celdilla unidad BCC de posiciones atómicas mostrando un plano (110) sombreado;  
(b) secciones de los átomos de la celdilla unidad BCC cortadas por el plano (110)



Ej.: calcule la densidad atómica planar sobre el plano (110) de la red BCC del hierro alfa en átomos por  $\text{mm}^2$ .

Solución:

$$\rho_p = \frac{\text{num. equiv. de átomos cuyos centros están intersectados por el área seleccionada}}{\text{área seleccionada}} \quad (3.6)$$

El número equivalente de átomos intersectados por el plano (110) en términos del área superficial dentro de la celdilla unidad BCC se muestra en la Figura 3.22 y es

$$1 \text{ átomo en el centro} + 4 \times \frac{1}{4} \text{ átomos en los vértices del plano} = 2 \text{ átomos}$$

El área intersectada por el plano (110) dentro de la celdilla unidad (área seleccionada) es

$$(\sqrt{2}a)(a) = \sqrt{2}a^2$$

Así, la densidad atómica planar es

$$\begin{aligned} \rho_p &= \frac{2 \text{ átomos}}{\sqrt{2}(0,287 \text{ nm})^2} = \frac{17,2 \text{ átomos}}{\text{nm}^2} \\ &= \frac{17,2 \text{ átomos}}{\text{nm}^2} \times \frac{10^{12} \text{ nm}^2}{\text{mm}^2} \\ &= 1,72 \times 10^{13} \text{ átomos mm}^{-2} \quad \blacktriangleleft \end{aligned}$$

Plano (111) en celdas cúbicas

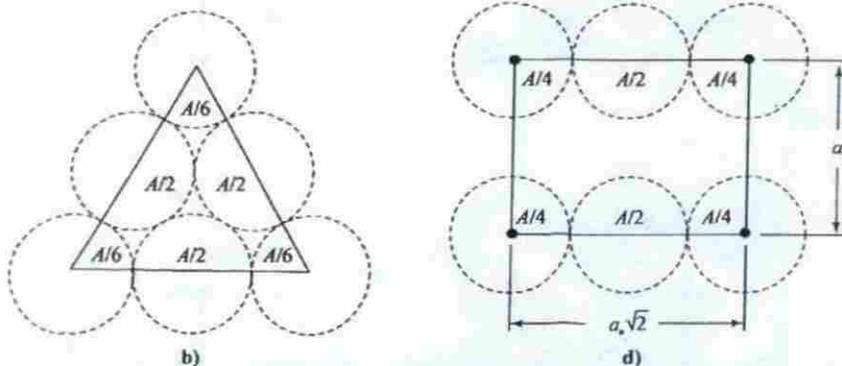
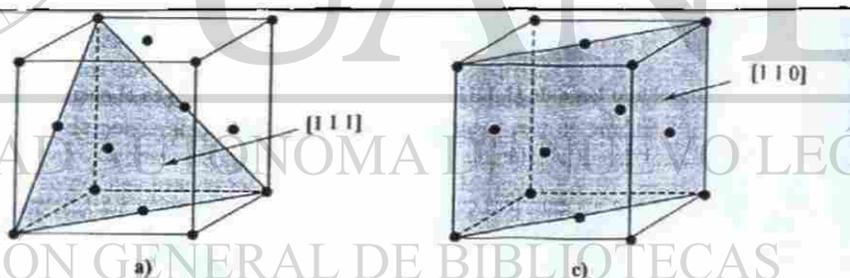


FIGURA 3.5-2 a) La parte del plano (1 1 1) contenida en una sola celda unitaria CCC, representada en tres dimensiones; b) el mismo plano trazado en dos dimensiones; c) la parte del plano (1 1 0) contenida en una sola celda unitaria CCC, trazada en tres dimensiones; d) el mismo plano trazado en dos dimensiones.

## ANEXO No.18

\* DENSIDAD ATÓMICA LINEAL ( $\rho_l$ )

$$\rho_l = \frac{\text{No. de átomos que tienen sus centros localizados en una línea de dirección dada dentro de una longitud seleccionada}}{\text{longitud de la línea seleccionada}}$$

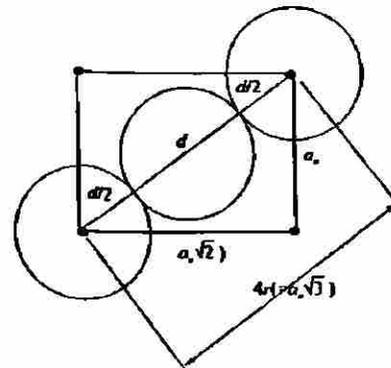
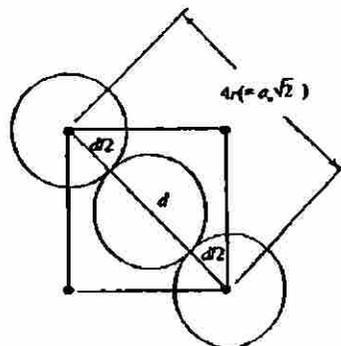
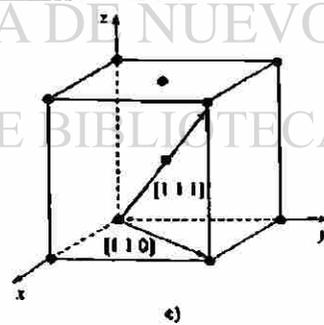
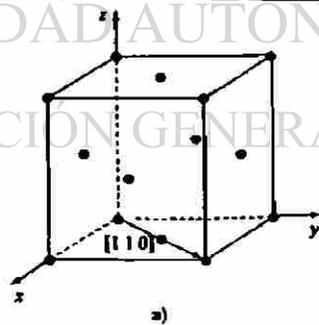
## Problema Ejemplo 3.13

Calcule la densidad atómica lineal  $\rho_l$  en la dirección [110] en la red cristalina de cobre en átomos por milímetro.

## Solución:

Los átomos cuyos centros están intersectados por la dirección [110] se muestran en la Figura 3.23. Debemos seleccionar la longitud de la diagonal de la cara de la celdilla unidad FCC: longitud de la línea seleccionada (Fig. 3.7). El número de diámetros atómicos intersectados por esta longitud de línea es  $\frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} = 2$  átomos. Así que, utilizando la Ecuación 3.7, la densidad atómica lineal es

$$\begin{aligned} \rho_l &= \frac{2 \text{ átomos}}{\sqrt{2}a} = \frac{2 \text{ átomos}}{\sqrt{2}(0,361 \text{ nm})} = \frac{3,92 \text{ átomos}}{\text{nm}} \\ &= \frac{3,92 \text{ átomos}}{\text{nm}} \times \frac{10^6 \text{ nm}}{\text{mm}} \\ &= 3,92 \times 10^6 \text{ átomos/mm} \leftarrow \end{aligned}$$



### \* POLIMORFISMO O ALOTROPIA

Muchos elementos y compuestos existen en más de una forma cristalina bajo diferentes condiciones de temperatura y presión. Este fenómeno es determinado como polimorfismo o alotropía. Ej. Hierro, titanio y cobalto, a elevadas temperaturas (tabla 3.5).

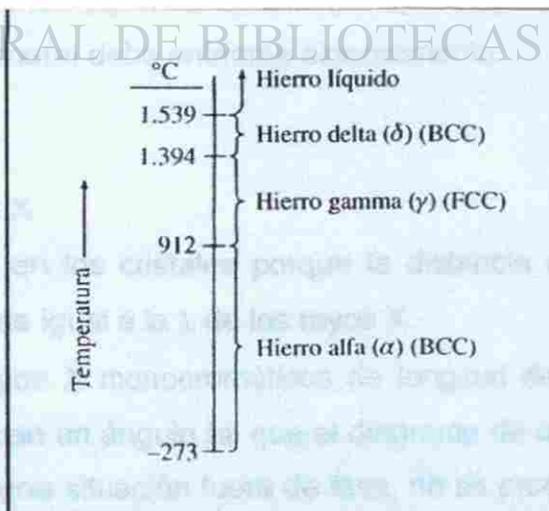
**Tabla 3.5.** Formas cristalinas alotrópicas de algunos metales

Metal	Estructura cristalina a temperatura ambiente	A otras temperaturas
Ca	FCC	BCC (>447 °C)
Co	HCP	FCC (>427 °C)
Hf	HCP	BCC (>1.742 °C)
Fe	BCC	FCC (912–1.394 °C) BCC (>1.394 °C)
Li	BCC	HCP (<–193 °C)
Na	BCC	HCP (<–233 °C)
Tl	HCP	BCC (>234 °C)
Ti	HCP	BCC (>883 °C)
Y	HCP	BCC (>1.481 °C)
Zr	HCP	BCC (>872 °C)

El hierro existe en ambas estructuras cristalinas BCC y FCC, sobre un rango de temperatura que va desde la temperatura ambiente hasta su punto de fusión a 1539°C, (fig.3.24).

### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Figura 3.24.** Formas cristalinas alotrópicas del hierro en distintos rangos de temperatura, a presión atmosférica.

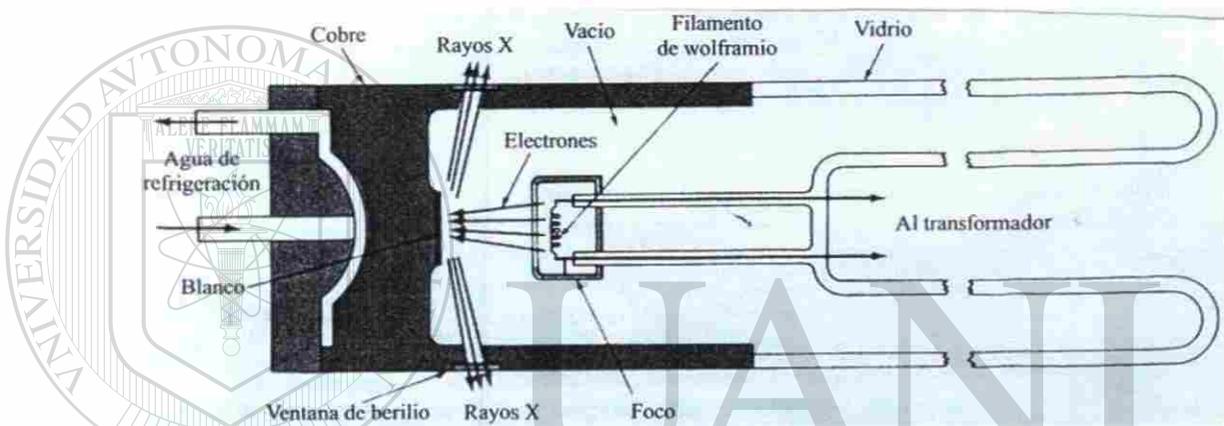


## ANEXO No.19

### \* ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE UN CRISTAL

El conocimiento actual de las estructuras cristalinas ha sido obtenido por medio de técnicas de difracción de Rayos X.

- Fuentes de rayos X: los rayos X utilizados para la difracción, son ondas electromagnéticas con longitudes de onda que oscilan entre 0.05 y 0.25nm (0.5 y 2.5°A), (fig.3.25).



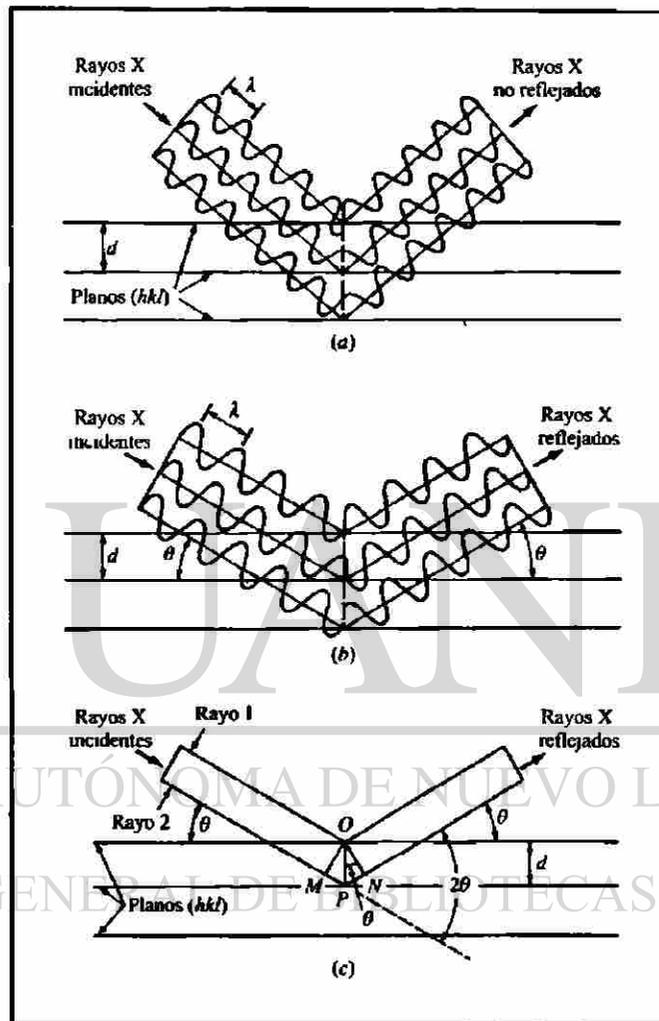
- Producción de rayos X: los rayos X que se utilizan en la difracción se obtienen suministrando un voltaje de 35Kv. Cuando se calienta el filamento de tungsteno del cátodo se liberan electrones por emisión termoiónica. Cuando los electrones golpean el metal o blanco (ej. Mo), se emiten rayos X y un 98% se libera como calor, por lo tanto el metal debe enfriarse externamente.

### \* DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Los rayos X se difractan en los cristales porque la distancia entre los planos que separan los átomos, es igual a la  $\lambda$  de los rayos X.

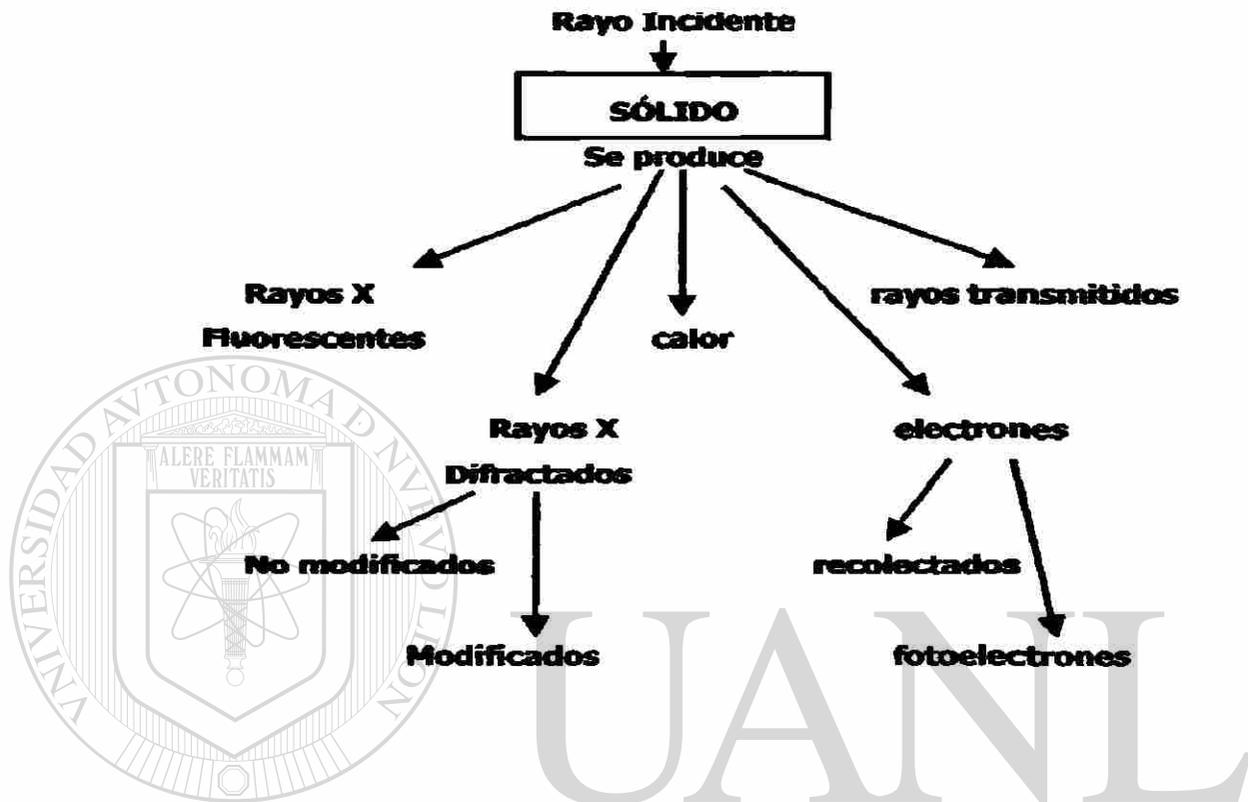
Cuando un haz incidente de rayos X monocromáticos de longitud de onda  $\lambda$  golpea este conjunto de planos con un ángulo tal que el diagrama de ondas del haz deja los diversos planos en una situación fuera de fase, no se producir haz reforzando alguno (fig.3.28.a)

De este modo tiene lugar interferencias destructivas. Si los diagramas de ondas reflejados del haz dejan a los diversos planos en fase, entonces se producir un reforzamiento del haz o interferencia constructiva (fig.3.28.b).



**Figura 3.28.**  
Reflexión de un haz de rayos X por los planos (hkl) de un cristal. (a) Para ángulos arbitrarios de incidencia no se produce reflexión alguna. (b) Para el ángulo de Bragg los rayos reflejados están en fase y se refuerzan mutuamente. (c) Similar a (b) con la excepción de que se ha omitido la representación de la onda (Segun A. G. Guy y J. J. Hren, «Elements of Physical Metallurgy», 3ª ed., Addison-Wesley, 1974, pág. 201)

★ EFECTOS PRODUCIDOS POR EL PASO DE RAYOS X ATRAVÉS DE LA MATERIA



La difracción de rayos X se produce, solamente para aquellos rayos cuyos ángulos de incidencia satisfagan la Ley de Bragg.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$n\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta$$

$n = 1$  (orden de difracción)

$\lambda$  = longitud de onda de los rayos X

$\theta$  = ángulo

$d$  = distancia interplanar

Ej. Una muestra de hierro BCC colocada en un difractómetro es sometida a rayos X incidentes con una  $\lambda = 0.1541 \text{ nm}$ . Se obtiene difracción de los planos

[110] a  $2\theta=44.704^\circ$ . Calcular un valor para la constante de red  $a$  del hierro BCC. (considérese  $n = 1$ ).

$$2\theta = 44.704^\circ \quad \theta = 22.35^\circ$$

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta \quad \text{despejando } d_{hkl}$$

$$d_{[110]} = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{0.1541 \text{ nm.}}{2(\sin 22.35^\circ)}$$

$$d_{[110]} = \frac{0.1541 \text{ nm.}}{2(0.3803)} = 0.2036 \text{ nm}$$

Tomado en cuenta (\*) y despejamos  $a$  tenemos:

$$* d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}}$$

$$a = d_{hkl} \sqrt{h^2+k^2+l^2}$$

$$a_{\text{(Fe)}} = d_{[110]} \sqrt{1^2+1^2+0^2} = (0.2026 \text{ nm})(1.414) = 0.287 \text{ nm}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

El análisis de estructuras cristalinas se puede hacer por 3 métodos de difracción de Rayos X: <sup>®</sup>

- ✓ Método de Polvos
- ✓ Método de Laue
- ✓ Método de Cristal Rotatorio

**Método de Polvos:** es la técnica mas usada, se utiliza una muestra pulverizada a fin de que se produzca una orientación al azar de muchos cristales que asegure que algunas de las partículas estén orientadas en el haz de rayos X para satisfacer las condiciones de difracción de la Ley de Bragg.

Los análisis modernos de cristales utilizan un difractómetro de rayos X que tiene un contador de radiación para detectar el ángulo y la intensidad del haz difractado.

Cada sustancia cristalina tiene un difractograma y se usa para saber si la reacción fue completa. (fig.3.12.3).

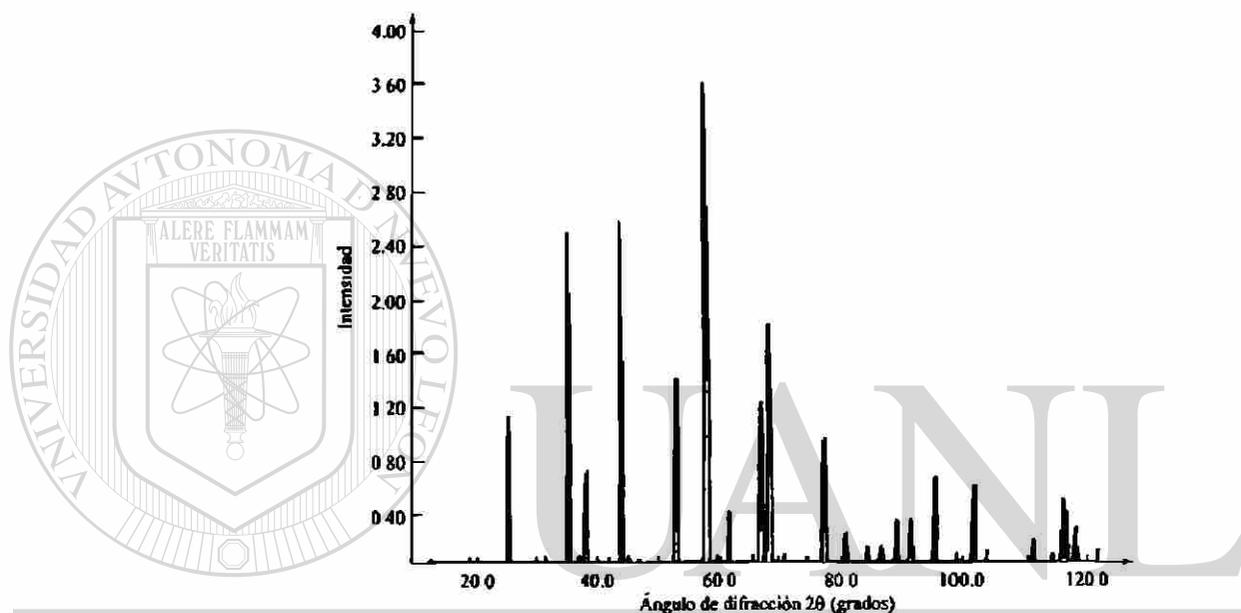
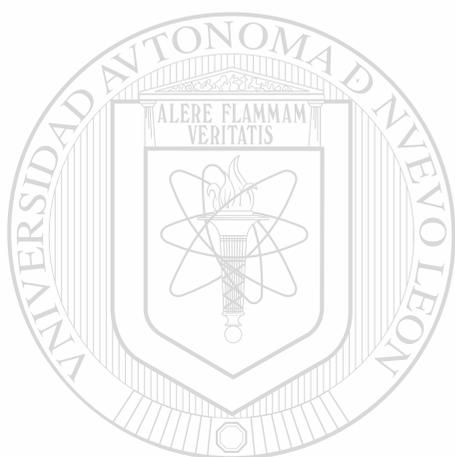


FIGURA 3.12-3 Una gráfica de datos de difracción de rayos X, en forma de intensidad del haz en función del ángulo de incidencia  $\theta$ , para el NaCl policristalino. (Fuente: Cortesía de P. Desai.)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**ANEXO No.20**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A quien corresponda:

En referencia al trabajo presentado por la QFB. Rosa Elena Mata Mzt., encuentro que el tema de Estructura y Geometría Cristalina perteneciente a la asignatura de Ciencia de los Materiales cursada en el cuarto semestre de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador, se ha desarrollado de forma muy completa, llevando un orden lógico y sencillo, así como su forma de estructurarlo; por otro lado se ha desglosado cada punto del tema de manera accesible y entendible para el alumno, buscando además con las actividades de aprendizaje propuestas y con los ejercicios de los anexos, que el alumno construya de manera gradual y concisa su conocimiento.

El tema de Estructura y Geometría Cristalina es de gran importancia, ya que en él se asientan las bases para la comprensión de las propiedades físicas y químicas de los materiales de acuerdo a su estructura cristalina; lo cual nos permite determinar la utilidad que los materiales tendrán en los distintos procesos de manufactura, materia que se cursa en el quinto semestre de dicha carrera.

Atentamente

"Alere Flaamman Veritatis"  
Enero 10 de 2003

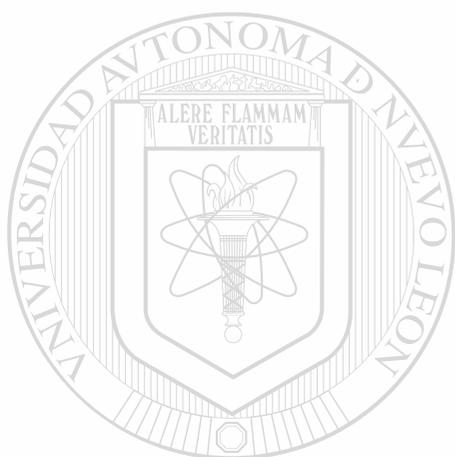
  
QFB. Gloria Pedraza Cantú

Catedrático de la Facultad de Ciencias Químicas

JEFATURA



INGENIERO INDUSTRIAL  
ADMINISTRADOR



**ANEXO No.21**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Ingeniero Industrial Administrador

A quien corresponda:

Respecto a la propuesta de trabajo que la QFB. Rosa Elena Mata Martínez hace para el 2° capítulo de la materia ciencias de materiales; apreciamos que cubre los requerimientos que en ese capítulo deben desarrollarse en los estudiantes, como son los conocimientos básicos de la estructura y propiedades de los materiales para apoyar al siguiente curso del cual es requisito y que en Procesos de Manufactura, este trata dentro de su contenido: los materiales, procesos y sistemas de producción.

Así mismo, el uso de este material didáctico para profesores y alumnos es nuevo en esta materia, creo que se deberán obtener buenos resultados al utilizarlo, sin embargo sería conveniente darle seguimiento para constatarlo con los maestros que imparten esta materia.

Por lo anterior estoy convencida que la propuesta es pertinente, novedosa y necesaria.

DEFINICIÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

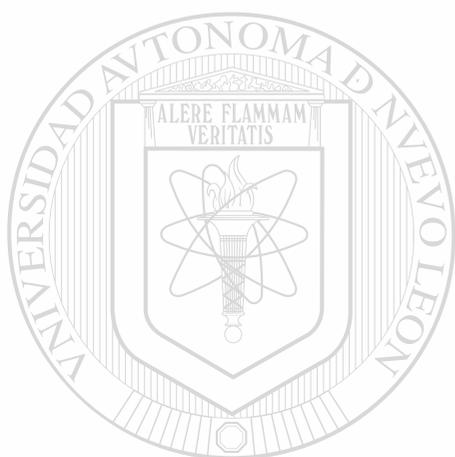
Atentamente,  
"Alere Flammam Veritatem"  
Diciembre 18, 2002



DESARROLLO INTEGRAL  
INGENIERO INDUSTRIAL ADMINISTRADOR  
QI. Ma. Magdalena de la Rosa Resendiz  
Coordinadora del Área Básica de Ingeniería Industrial



Av. Pedro de Alba s/n  
Cd. Universitaria C.P. 66400  
San Nicolás de los Garza, N.L.  
Tel.: 8329 4010 ext. 6260 y 6262  
Fax: 83 32 11 40  
e-mail: amartine@ccr.dsi.uanl.mx



**ANEXO No.22**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
Ingeniero Industrial Administrador

*A quien corresponda:*

*El contenido de éste tema cuenta con el orden lógico que se requiere para la asignatura de Ciencia de los Materiales, y lo novedoso de su estructuración le permite al alumno su fácil comprensión, así como la forma tan detallada en que se presenta.*

*Dicho curso pertenece al cuarto semestre del programa de formación de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador, el tema en cuestión contiene los conocimientos básicos de la estructura y propiedades de los materiales; los cuales son requeridos en el curso de Procesos de Manufactura en donde se tienen tres aspectos fundamentales: los materiales, los procesos y los sistemas de producción; ésta materia pertenece al quinto semestre de la mencionada carrera.*

*De lo antes mencionado puedo decir que la manera de presentar dicho tema es pertinente y novedosa.*

Atentamente

"Alere Flamma Veritatis"  
Diciembre 20 de 2002

Ing. Antonio Cantú

Catedrático de la Facultad de Ciencias Químicas

JEFATURA



INGENIERO INDUSTRIAL  
ADMINISTRADOR

