

Módulo de Cristalografía

**Tesis que como requisito para obtener el grado de
Maestría en Educación Científica presenta**

Nora Idel Rascón García

Directores de Tesis:

Dr. José Martín Herrera Ramírez

M. C. Amaro Aguilar Martínez

Chihuahua, Chih., febrero de 2010

AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mi esposo y a mis tres hijas Abril, Mara y Dafne por el apoyo tan grande que me brindaron para la realización de esta maestría. Deseo agradecer a mis compañeros por haberme brindado su atención cuando los llegué a solicitar, así como a mis directivos del Colegio de Bachilleres del Estado de Chihuahua, muy en particular a la QBP María de Lourdes Lardizabal Gutiérrez.

Reconocer la labor docente que realizaron nuestros asesores es invaluable, y para mí resulta importante mencionarlos, especialmente al Dr. José Martín Herrera Ramírez y al M.C. Amaro Aguilar Martínez, los cuales me dieron su tiempo, paciencia y conocimiento para el desarrollo de este trabajo.

Mi gratitud al Dr. Francisco Espinosa Magaña, Dr. Roberto Martínez Sánchez, Dr. Antonino Pérez Hernández, Dr. Luis Edmundo Fuentes Cobas, Dr. Erasmo Orrantia Borunda, Dr. Erasto Armando Zaragoza Contreras, Ing. Iván Levi Templeton Olivares, Dra. María Elena Montero Cabrera, Dr. Mario Miki Yoshida y al director de la institución Dr. Jesús González Hernández. La labor de la M.C. Romelia Hinojosa Luján fue invaluable.

Además agradezco a la Comisión Estatal para la Planeación y Programación de la Educación Media Superior, la cual distinguidamente la dirigen el Profr. Salomón Maloof Arzola y el Ing. Víctor Hugo López de Lara.

ÍNDICE	
I RESUMEN	1
ABSTRACT	2
II. INTRODUCCIÓN	3
1.- ANTECEDENTES	3
2.- JUSTIFICACIÓN	12
3.- PROBLEMÁTICA	14
4.- OBJETIVOS	16
GENERALES	16
PARTICULARES	17
OBJETIVOS DEL MÓDULO DE CRISTALOGRAFÍA	17
III FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y DISCIPLINARES	18
1.- FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS	18
CONCEPTOS DE EDUCACIÓN	22
2.- FUNDAMENTOS DISCIPLINARES	28
IV DESARROLLO	37
ACTIVIDAD 1	39
ACTIVIDAD 2	54
ACTIVIDAD 3	63
ACTIVIDAD 4	72
ACTIVIDAD 5	82
V IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE CRISTALOGRAFÍA	87
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS	93

I RESUMEN

La labor docente que se ha desempeñado en los últimos años, ha sido suficiente, pero las necesidades que hay en la Educación y sobre todo Media Superior, obliga al docente a buscar nuevos recursos para lograr el aprendizaje.

El objetivo de una reforma educativa, propone una nueva estructura curricular, con un modelo centrado en el aprendizaje sustentado en el constructivismo. La educación centrada en el aprendizaje y con un aprendizaje significativo, invita a que juntos docente y estudiante, encuentren la forma mas satisfactoria para lograr que ambas partes cumplan el objetivo.

Para tal situación, el desarrollo de la presente Tesis, se basó en la preparación de un Módulo aplicado a la Cristalografía, el cual está formado por cinco actividades aplicadas al estudiante. Siguiendo una metodología de búsqueda, aprender a aprender, y construir su propio conocimiento.

En el Módulo, se pretende, dar a conocer la Cristalografía como una ciencia cercana al estudiante, con ejemplos sencillos de aplicación y el manejo de materiales, para comprobar y percibir la Cristalografía.

Al verificar los resultados de la aplicación del Módulo, es bastante satisfactorio y además benéfico, tanto para el docente como para el estudiante.

Queda el siguiente trabajo a disposición de los docentes que pretendan cambiar la educación en sus aulas y aplicar el constructivismo como base fundamental en el aprendizaje.

ABSTRACT

The educational work that has evolved during the last years has been sufficient, but the Average Superior needs are in the Education and mainly, it forces the teacher to look for new sources to obtain the learning.

The objective of an educative reform proposes a new curricular structure, with a model centered in the learning sustained in the constructivism. The education centered in the learning and with a significant learning invites that both teacher and student find the most satisfactory way so that both parts are able to fulfill the objective.

For such situation, the development of the present Thesis was based on the preparation of a Module applied to the Crystallography, which is formed by five applied activities to the student, following a methodology search, to learn to learn, and to construct its own knowledge.

In the Module, it is pretended to present the Crystallography as a science close to the student, with simple examples of application and the handling of materials, in order to verify and to perceive the Crystallography.

When verifying the results of the application of the Module, it is quite satisfactory and in addition beneficial, as much for the teacher as for the student.

The following work is at the disposal of the teachers that intend to change the educational ways in their classrooms and to apply the constructivism as a fundamental basis on the learning.

En el siguiente capítulo, se hace un recorrido por algunos países seleccionados al azar, con el propósito de dar a conocer las distintas situaciones o formalidades que se le dan a la educación. Con el único objetivo, de mostrar la problemática que presentan en sus distintos niveles de educación. Además, la situación que México tiene en su Educación Media Superior (EMS).

II. INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES. LA EDUCACIÓN EN EL MUNDO

Por mencionar la situación de la educación en países como *España*, donde buscan estar en sintonía con todos los demás países de Europa, de 1990 a la fecha se han desarrollado consecutivamente tres proyectos. El primero de la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), en 1990; el segundo de la Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE), en 2002 y el tercero de la Ley Orgánica de Educación (LOE), en 2006 (www.ince.mec.es, 2003).

Se trata de una Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de cuatro años posteriores a los seis de primaria, donde la idea de esto es anticipar problemas cruciales en la discusión de una eventual educación media de carácter general y obligatorio.

Es importante aclarar que en España la obligatoriedad de la enseñanza media no es equiparable con los años de la educación media superior (EMS) en México.

El primer proyecto de la LOGSE reestructuró la formación básica en seis años, divididos en tres periodos bianuales, y después cuatro años de educación secundaria obligatoria (ESO), considerando edades de doce a dieciséis años. El agregar dos años más a la educación obligatoria incurrió en cambios que fueron desde el curriculum de la organización y la cultura escolar, y por consecuencia a los resultados y desempeños educativos.

Con todo este proyecto vino un cambio importantísimo: la modificación del perfil profesional exigido a los docentes de la ESO. Se determinó en la norma “La educación secundaria obligatoria será impartida por licenciados,

ingenieros y arquitectos o quienes posean titulación equivalente a efectos de docencia. En aquellas áreas o materias que se determinen, en virtud de su especial relación con la formación profesional, se establecerá la equivalencia a efectos de la función docente, de títulos de Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o Diplomado Universitario” (LOGSE, artículo 24, LO 1/1990). Con ello el docente quedaba con la obligación de tener al menos un curso anual pedagógico certificado y acreditado con un mínimo de calificación docente (www.gobiernodecanarias.org).

¿Cuáles fueron los resultados? No muy satisfactorios según la prueba Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) 2003, administrados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), arrojaron resultados indicando que los estudiantes de secundaria españoles estaban por debajo del promedio de los países afiliados. A excepción de una inclusión social en el conocimiento comparado con los países con mejor desempeño (www.ince.mec.es, 2003).

Otros estudios hicieron notar que la ampliación del periodo obligatorio disminuía, en gran medida, la cantidad de jóvenes con formación básica certificada, es decir en los últimos años de la ESO. En 2002, la proporción de estudiantes que no terminaban la educación obligatoria ya llegaba casi a un 30 por ciento (www.gobiernodecanarias.org).

La educación en **Cuba** es comparable con la que en México existe, en cuanto a la cantidad de años en cada sistema de educación (primaria, secundaria, preparatoria y licenciatura).

Las principales especialidades de nivel medio superior (más de 70) están relacionadas a la industria azucarera, química, alimenticia, electrónica, construcción de maquinarias, energética, producción agropecuaria,

economía, geología, minería, metalurgia, transporte, comunicaciones y construcciones (www.oei.es).

Según información, el mayor peso de los matriculados en este nivel está en la enseñanza técnica y profesional. Esto debido a la importancia tan grande que se le da desde hace algunos años a la formación de técnicos medios, para poder complementar el alto número de profesionales que posee el país.

En Cuba hoy se cuenta con 173 escuelas de oficio. Los institutos preuniversitarios (preparatorias) pueden ser urbanos (alumnos externos), en el campo (para estudiante internos), vocacionales de ciencias y vocacionales militares. En los últimos mencionados logran entrar los estudiantes egresados de secundarias básicas mediante un procedimiento de selección que toma en cuenta el promedio y los resultados de un examen de ingreso.

En este nivel se fortalecen conocimientos en áreas de ciencias básicas y se enfoca en la orientación profesional.

Los cubanos consideran que los estudiantes que reciben la educación técnica y profesional tienen la responsabilidad de formar la clase trabajadora, calificada, de nivel medio, para lograr un desarrollo económico en el país. Estos se dividen en dos niveles de formación: obreros calificados y técnicos medios.

La educación que reciben los obreros calificados y los técnicos medios garantiza que recibieron conocimientos de cultura y técnicos, considerando hábitos y habilidades que requiere cada especialidad.

Una vez graduados los técnicos ya pueden estar con la clase trabajadora y desde ahí continuar estudiando en otro nivel (universitario).

A este nivel medio superior, la atención que se da a los cursos de capacitación técnica, lo hace contando con talleres y laboratorios para prácticas docentes, cabe mencionar muy afectadas desde 1990, por carencias económicas que vive ese país.

Lo que forma el cuerpo central de la formación en este nivel son las asignaturas de ciencias naturales, ciencias sociales, matemáticas, computación y español-literatura.

Equiparable a algunos sistemas en nuestro país, los programas de estudio de este nivel se elaboran a nivel nacional.

Cuba concentra el 32% de todo su sistema de matriculados en educación media superior (EMS). La proporción de matriculados con relación al total de la población que cuenta con esa edad para ese nivel es del 90%. Considerando que países en desarrollo clasificados de “alto desarrollo humano”, solamente Bahamas lo supera (93%), Chipre lo iguala (90%) y se acercan Barbados (89%), República de Corea (87%), Trinidad-Tobago (84%) y Uruguay (81%).

Los preuniversitarios tienen que elevar la preparación de los egresados para que estos puedan satisfacer los requerimientos del ingreso a la educación superior, que son cada vez más exigentes como consecuencia del perfeccionamiento de los planes de estudio a ese nivel (www.oei.es).

Por otro lado, en *Alemania* la educación media superior difiere en relación a la nuestra, desde luego empezando por la educación básica, inician una Educación Primaria a los 6 años, pero después de los primeros cuatro años de haber ingresado, el profesor titular en ese tiempo le hace una evaluación al niño, clasificándolo de acuerdo a sus capacidades medidas con dicha evaluación. La clasificación que se hace es la siguiente:

a) *Gymnasium*

b) *Realshule*

c) *Hauptshule*

a) *Gymnasium*, la trayectoria que sigue el elegido es para Universidad.

b) *Realshule*, aquí el alumno desarrolla ciertos aprendizajes, es decir equiparable con nuestro país CONALEP, CECYTECH, educación técnica y terminal.

c) *Hauptshule*, se desarrolla un aprendizaje del tipo artesanal. En Alemania es común un estudiante para carnicero.

Aclarando que los padres de familia no tienen ninguna oportunidad de cambiar estos resultados, se apegan estrictamente a las decisiones.

La educación es obligatoria por lo tanto se respeta este régimen. No existe la posibilidad de que los niños no reciban una educación básica, que no asistan a la escuela o se le quiera impartir clases en casa; dada tal situación, el padre de familia o tutor puede ir a la cárcel pagando una multa por tal omisión.

Es interesante según algunas encuestas sobre resultados de la educación en Alemania, que ésta no es nada satisfactoria, pues existe deserción sobre todo en el nivel medio superior (es.wikipedia.org).

Y qué decir de la EMS en *México*, que por el año 2007 existía una deserción de un 40 %, con unos programas faltos de contextualización, con opiniones más frecuentes: que a los alumnos nos les gusta o que está fuera de sus intereses, entre otras cosas; la falta de recursos económicos es otro factor. Aquí uno de los problema al que nos enfrentamos, es que la EMS contaba con cerca de más de 200 planes de estudio diferentes, y esto conllevaba a una falta de libre

tránsito entre los demás subsistemas, si algún alumno quería ir a algún otro sistema tenía que empezar de nuevo. Otro de los problemas es que de los que logran salir de la EMS, sólo el 50 % sigue en un nivel superior (www.sems.udg.mx).

El problema fuerte que en la actualidad enfrenta nuestro país, es que la mayoría de nuestra población se encuentra entre los 16 y 18 años de edad, dada esta presión del tipo demográfica, es momento de verlo como una oportunidad de cambio.

El análisis que se hace de la EMS en México contra otros países, concluye que México es de los países que presenta un muy bajo porcentaje de culminación de la EMS, y que este atraso nos pone en seria desventaja con el mundo, por lo que surge la necesidad de una reforma integral en la EMS, basándose en los cambios que hicieron muchos otros países, sobre todo la Unión Europea, cumpliendo con un doble propósito de integralidad y diversidad (www.sems.udg.mx).

Se pretende que la reforma de la pluralidad de los modelos educativos en la EMS, desemboquen en un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB).

La reforma educativa en México básicamente pretende cuatro cambios:

- a) Énfasis en habilidades y conocimientos básicos o competencias.
- b) Definición de los elementos de formación básica comunes a todos los programas de un subsistema.
- c) Flexibilidad y enriquecimiento del currículo.
 - 1.- Eliminación de secuencias de cursos rígidos.

2.- Énfasis en la transversalidad (relevantes a todas las disciplinas académicas, así como actividades extracurriculares y procesos escolares de apoyo a los estudiantes).

d) Programas y prácticas docentes centradas en el aprendizaje.

1.- Estrategias de enseñanza dinámicas.

2.- Programas de tutorías fortalecidas (www.sems.gob.mx).

Actualmente el Gobierno Federal atiende directamente a alrededor de un tercio de la matrícula pública de EMS (una cuarta parte del total, de la matrícula). Lo hace principalmente por conducto de tres de las direcciones generales de la Subsecretaría de Educación Media Superior: Educación Tecnológica Industrial (DGETI), Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA) y Educación en Ciencia y Tecnología del Mar (DGE CyTM). A las opciones educativas que se ofrecen a través de estas direcciones se les conoce, de manera general, como bachillerato tecnológico.

Los estados, por su parte, son responsables de los bachilleratos estatales, de los llamados Colegios de Bachilleres, coordinados por la Dirección General de Bachillerato (DGB), y en el ámbito profesional técnico, de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTES), mismos que siguen las directrices normativas del sistema tecnológico federal. Los bachilleratos estatales son de sostenimiento cien por ciento estatal; los colegios de bachilleres y los CECyTES son organismos públicos descentralizados de los gobiernos estatales que reciben la mitad de su financiamiento del Gobierno Federal (www.slideshare.net).

Los Colegios de Bachilleres se fundaron en los años setenta como una opción alterna a los bachilleratos de las universidades. Los CECyTES, por su parte, fueron creados a partir del inicio de los años noventa como el mecanismo para el desarrollo de la educación tecnológica en el ámbito estatal.

Los estados, con la excepción de Oaxaca, también operan los planteles del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP). Este Colegio fue creado a principios de los años ochenta como un organismo público descentralizado del Gobierno Federal. En los últimos años de la década de los noventa, el Gobierno Federal y los gobiernos de los estados acordaron que estos se hicieran cargo de la operación de los planteles. La transferencia a los distintos estados se fue haciendo paulatinamente a lo largo de dos años. Actualmente el CONALEP federal conserva funciones de rectoría técnica del subsistema.

Por su parte, en adición a los Colegios de Bachilleres de control estatal, una serie de bachilleratos de carácter propedéutico de control federal se agrupan bajo la Dirección General de Bachillerato (DGB), incluyendo los Centros de Estudios de Bachillerato y las Preparatorias Federales por Cooperación.

Las opciones autónomas incluyen las que ofrece la UNAM a través del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), así como las que ofrecen las universidades autónomas de los estados. En la gran mayoría de los casos, estas opciones son de bachillerato propedéutico. Finalmente, muchas de estas instituciones federales, estatales y autónomas ofrecen, en adición a modalidades escolarizadas, otras conocidas como no escolarizadas o mixtas (preparatoria abierta y a distancia), mediante las cuales se pueden obtener títulos de bachillerato (www.slideshare.net).

Como se puede apreciar, las opciones de EMS en el país son variadas y tienen orígenes e historias diversas. A pesar de que los objetivos de las distintas instituciones son a menudo semejantes, los planes de estudio de cada una de las opciones son distintos, y la movilidad entre instituciones tiende a ser complicada, si no es que imposible.

2. JUSTIFICACIÓN

Para el adecuado desarrollo de una reforma de la EMS en México se deben considerar aspectos comunes a los distintos subsistemas, al tiempo que atienda esta falta de articulación. Aunque los objetivos de distintas instituciones pueden ser similares, no se ha trabajado lo suficiente en una definición más clara de la identidad de este nivel educativo.

La búsqueda de la identidad no debe entenderse como la unificación de los planes de estudio o la homologación curricular. Los estudiantes deben tener libertad de elegir entre diferentes opciones de acuerdo a sus intereses, aspiraciones y posibilidades. La matrícula de EMS es cada vez más plural, y el sistema educativo debe dar cabida a esta diversidad.

Adicionalmente, la pluralidad de modelos académicos enriquece la búsqueda de respuestas a los desafíos de la educación. En un país que enfrenta grandes retos en esta materia, es deseable que las instituciones respondan a ellos de manera que puedan avanzar sobre su propio aprendizaje y el de otras instituciones. Esto será posible en la medida que exista una estructura curricular propia de la EMS que permita y aliente la diversidad sin desconocer que todas las instituciones de este nivel son parte de un mismo subsistema.

Observando las características de la población en edad de cursar EMS surge la necesidad de realizar cambios que den identidad a ésta, desde el punto de vista académico para orientar su finalidad formativa con claridad.

La EMS debe quedar definida como un nivel que se articula con la educación básica y la superior, pero que en sí misma tiene sus propios objetivos educativos.

Se debe pensar en que los que están en EMS se encuentran entre los 15 y 19 años, con necesidades específicas de educación, relacionadas con un desarrollo psicosocial y de conocimiento.

Este es el rango de edad en el que se llegan a tomar decisiones que hacen brecha en la vida de una persona, su primer trabajo, su primera relación sexual, salir de casa de los padres, etc.

Con esto se puede denotar lo trascendental que son las acciones, que un joven en esa edad realice. Por lo que hay que considerar lo expuesto que están y los cambios que a esa edad se dan debido a las decisiones que el joven pueda tomar.

Con todo esto, es de suma importancia darles apoyo a los estudiantes, considerando diversos aspectos. Hay que tomar en cuenta que a los 18 años los jóvenes adquieren la mayoría de edad, momento de tener derechos y obligaciones que se les brinda como ciudadano pleno.

Los jóvenes que ingresan a la EMS, lo hacen por diferentes motivos y hasta necesidades, por lo que al ingresar al sistema educativo toman una trayectoria, que cubra las expectativas que ya se empezaron a formar, tal vez continuar sus estudios a un nivel superior, tal vez lo último que harán en educación escolarizada. Por lo que las instituciones deben estar preparadas para ofrecer a los estudiantes una cierta diversidad que satisfaga sus necesidades, tanto laborales como de continuidad en otra institución educativa, o para ambas situaciones.

Entre los subsistemas y organismos que recientemente han realizado reformas curriculares significativas se encuentran el sistema tecnológico federal, cuya reforma cubrió también a los CECyTES, el Bachillerato General de la Dirección General de Bachillerato (DGB), el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), el bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que incluye el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), y el Bachillerato Tecnológico Bivalente del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (www.slideshare.net).

3. PROBLEMÁTICA

Los jóvenes hoy en día están deseosos de que la sociedad los aprecie, los premie constantemente aun por pequeño que sea el esfuerzo, que se puedan lograr sus sueños, pero a cortos plazos, es decir que lo que ellos aprendan lo puedan ver, medir y sentir.

Con todo esto y la falta de aceptación de la Ciencia, los docentes hoy en día buscamos formas de impactar a nuestros estudiantes en cada clase, ¿cómo logramos esto? Haciendo que la Ciencia se vea, se palpe.

¿Qué es la Ciencia? “Es el conjunto de conocimientos que se comprueban mediante un método plenamente corroborado, con una hipótesis, una observación, una experimentación y resultados”.

Y la primera pregunta que se le hace a un estudiante, ¿Cuáles conocimientos?

Es donde nuestra EMS está inconclusa, ¿Qué sabes? ¿Lo que sabes es realmente? ¿Lo dominas? ¿Lo entiendes? ¿Lo puedes hacer? ¿Lo puedes aplicar en tu vida diaria?

Las respuestas a todas estas preguntas en su mayoría son ¡NO!

Prácticamente todos los “conocimientos” que el estudiante ha recibido, han sido en las aulas de clase “memorizables” hasta cierto punto, que no por ello se puede decir que sea malo, pero falta el comprobarlas.

¿Y por qué no se llega a comprobarlas? ¿Qué falta en nuestra formación para los estudiantes?

Un campo de aplicación, en forma sencilla, clara, precisa, abundante de asimilación, para que realmente esto se logre.

La propuesta de esa solución, no es agregar más información sino que la que ya se tiene darle un uso práctico, fácil para que el estudiante realmente lo palpe, lo vea y él mismo se dé cuenta que la Ciencia no es un concepto, que es algo que existe y se cumple en todo momento.

Pues bien, a nivel mundial se ve una omisión generalizada en gran parte de los estudiantes hacia aquellas materias que son Ciencia, Matemáticas, Química, Biología y Física; y esto marca una problemática fuerte, pues ¿Qué sería de un mundo sin Ciencia? (redalyc.uaemex.mx) (www.scielo.cl) (www.unesco.org).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base en todo lo antes dicho, las necesidades son muchas, el educar es un concepto de tiempo, de contexto, de economía, de formación básica, que juntos nos llevan a un objetivo, formar jóvenes con habilidades, competencias y conocimientos adquiridos a lo largo de una educación recibida en ciertos periodos de su vida.

México en la actualidad, presenta un serio retraso en su EMS, misma que trata de subsanar haciendo una reforma a su educación; buscando que el estudiante sea competente, su desarrollo se vea reflejado en cualquier lugar, que logre por sí mismo resolver situaciones que se le presenten en la vida profesional y sobre todo personal. Alumnos más preparados es la finalidad.

Se pretende bajar en gran número la deserción del alumno a este nivel, una de las causas más fuertes por las que existe dicha deserción es el disgusto o poco gusto por las formas de impartir la cátedra.

Con este precepto se buscó en todo momento, cambiar el quehacer docente, darle novedades, como por ejemplo que saliera del aula, que en todo momento le diera actividad al estudiante, una comunicación más directa con el alumno, y el cambio apuntó a una Reforma Integral, en la cual los alumnos sintieran el avance de su conocimiento, por medio de competencias.

Lo que se pretende es que el estudiante cambie sus formas de estudio, de percepción del conocimiento, salir de la cotidianidad de impartición de clase en el aula, que hemos tenido desde los últimos 60 años, considerando todos los recursos que el nuevo estudiante tiene a su alcance, enriqueciendo de esta forma más su conocimiento y sobre todo sus habilidades para el mundo competitivo al que se enfrenta hoy en día.

La función del docente, sin duda alguna debe ser de coordinación de alineación de base firme para lograr los objetivos que se pretenden en la formación competitiva del estudiante.

4. OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante de EMS muestre un interés y aceptación de la Ciencia, como un factor importante en el desarrollo de su vida y su entorno; mediante un sistema de educación basado en competencias y constructivismo. Que el alumno por sí solo descubra que al manipular un material reconocerá sus características en otros lugares cercanos a él. Buscando que las actividades que se realizan sean transversales, entre una ciencia y otra.

OBJETIVOS PARTICULARES

Que el estudiante observe, experimente, analice, retroalimente la Ciencia aplicada a la Cristalografía.

OBJETIVOS DEL MÓDULO DE CRISTALOGRAFÍA

- 1.- Reconocer cómo está formada una estructura cristalina e identificar una celda unitaria.
- 2.- Conocimiento y dominio de todos los temas relacionados con materiales cristalinos y no cristalinos.
- 3.- Que el alumno sea capaz de identificar la estructura cristalina.
- 4.- Analizar las estructuras cristalinas y contar el número de átomos por celda unitaria de la estructura.
- 5.- Identificar las imperfecciones en sólidos.

Estos objetivos se dan en un ambiente de respeto, compañerismo, cooperación entre todos los estudiantes, bajo la dirección del docente, el cual es únicamente como guiador de las actividades, todo esto dentro de un marco competitivo.

III. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y DISCIPLINARES

1. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS

El aprendizaje logrado, le da al estudiante un cambio significativo en posteriores experiencias a las que se enfrenta, considerando pensamiento y actuación, pero también afectividad. Con esto Novak y Gowin (1988) plantean que: La labor docente que no logra que el estudiante capte el significado de la tarea de aprendizaje, normalmente el estudiante no tendrá confianza en sus capacidades ni podrá responder a necesidades que se le presenten, por diferentes acontecimientos.

Citado de esta forma los programas educativos deben considerar y proporcionar al estudiante condiciones útiles de apoyo para comprender cómo y por qué se relacionan los nuevos conocimientos con lo que sabe y que reciba la afectividad necesaria para que también sea capaz de emplear sus conocimientos en situaciones diferentes.

Con esto para lograr el aprendizaje, no debe ser todo memorístico buscando nuevas estrategias para conducir al aprendiz a que conozca la naturaleza del propio conocimiento y la elaboración de uno nuevo. Resumiendo con esto, la labor del docente no es causar el aprendizaje, sino que este lo cause el alumno, para que él se responsabilice de su aprendizaje (Novak, J. y Gowin. D, 1988) (Ricardo Mariño).

En EMS, los contenidos programáticos son amplios y los tiempos cortos, pese a todo esto se cubren, quedando siempre el faltante de la retroalimentación, la reflexión y sobre todo la aplicación de los temas vistos en el aula. Por lo que al considerar aplicar un enfoque constructivista en EMS, se logra que el alumno tenga experiencia en formular hipótesis y en predecir, manipular

objetos, plantear cuestiones, investigar respuestas, imaginar investigar e inventar, con la finalidad que desarrolle nuevas construcciones.

Al considerar estas formas propias de adquirir conocimiento, el docente ya no es el único que les reparte el conocimiento; para esto se requiere un modelo de instrucción activo y centrado en el alumno; donde el docente actúa como mediador creativo a lo largo del proceso (Fosnot, 1987).

Por lo que en Northwestern University Módulos en Michigan, E.U., surge un programa de descubrimiento de la Ciencia en diferentes materiales, donde se contemplen interdisciplinariamente todas las ciencias. Y después de extenderse en el área americana, se busca darle trascendencia, considerando en primera instancia nuestro estado, Chihuahua donde se reproducen estos programas, a nivel de EMS, durante el ciclo escolar 2005-2006, donde su aceptación fue favorable, pues en tan solo un año, participaron 51 docentes de 7 subsistemas y 435 estudiantes de 16 planteles (www.cimav.edu.mx, 2005).

En la imperiosa necesidad de hacer Ciencia en una forma muy sencilla, práctica y fácil de aprender, se desarrolla el mundo de los materiales, contribuyendo exitosamente, a lograr que el estudiante se interese por la Ciencia; lográndolo en sus ya bastantes módulos, donde básicamente se persigue en todas las actividades que el estudiante de EMS desarrolle su pensamiento, su interés en resolver un problema de Ciencia práctica, que no le es complicado, por el contrario es simple de entender y a la vez satisfactorio.

De una manera sencilla se desarrollan actividades enfocadas en las características de un material, considerando que las actividades se correlacionen con el lugar en que se llevan a cabo, logrando que el alumno

por sí solo descubra que al manipular un material reconocerá sus características en otros lugares cercanos a él.

Relacionando este tipo de aprendizaje con la Reforma Integral, en la que apunta a unas competencias del tipo de conocimientos disciplinares y profesionales, donde básicamente se busca lograr desempeños e integración de conocimientos, por lo cual surge la necesidad de procesos mentales complejos, donde se requiere que el alumno desarrolle habilidades de aprendizaje.

La metodología que sigue MWM, consiste en un experimento “gancho” para captar el interés del estudiante y así guiarlo al material que se va a presentar, continúa con métodos de aprendizaje por investigación, los módulos impulsan a que los estudiantes pregunten y con experimentación obtengan sus respuestas. Los materiales que se utilizan en las experimentaciones son sencillos, disponibles y seguros.

También permite a los estudiantes trabajar en equipo, para encontrar respuestas y solucionar problemas, en un ambiente pleno de libertad, de descubrimiento, considerando todas las opiniones que el estudiante exprese, donde el docente como un facilitador, las acomodará guiándolo al conocimiento del material que se está tratando.

Luego viene una parte muy importante, para poder analizar cada material se requiere no sólo de una Ciencia, sino que ese material lo tiene que ver desde varias líneas de aprendizaje y de conocimiento. Por eso el estudiante, casi imperceptiblemente ya está inmerso en la Ciencia.

Después de desarrollar las actividades del material que se está conociendo, el estudiante, siempre en equipo de trabajo, desarrolla una actividad utilizando materia prima diversa, ideas, trabajos anteriores, que él joven y su

equipo decidan para desarrollar un nuevo prototipo, que mejore el material para su uso.

Lo que en todo momento se observa, es un deseo por saber y hacer más por parte de los estudiantes, y es aquí donde se percibe el éxito rotundo de estos módulos.

Pues bien el trabajo que se desarrolla a continuación es precisamente pensando en otro tipo de materiales: los Cristales, material cuya disponibilidad en el Estado de Chihuahua es vasta. Así nuestros jóvenes pueden aprovechar la riqueza de nuestra región, conociéndola, compartiéndola, aprendiendo de ella y aplicando lo que se aprenda.

De una forma que ellos mismos marcan sus procesos de enseñanza, se den cuenta de lo que hacen, capten las exigencias de la tarea y respondan ante estas exigencias, planifiquen y examinen sus realizaciones, pudiendo identificar los aciertos y dificultades, empleando nuevas estrategias de estudio y valoren los logros obtenidos y además corrijan sus errores.

Permitiendo a los estudiantes trabajar en equipo, encontrando respuestas y solución a problemas, en un ambiente pleno de libertad, de descubrimiento, considerando todas las posibles variables, propuestas por ellos. Donde el docente como un guiador, las fortalece y guía hacia la ciencia.

Alonso (1998) expone que el proceso de aprendizaje depende tanto de que el alumno quiera saber cómo de que sepa pensar, así como de los conocimientos previos con que afronta el aprendizaje y del contexto en que éste ha de tener lugar, controlable en buena medida por la acción del docente.

Esto lo resume:

- a) Querer aprender, donde el alumno considere las tareas escolares como ocasiones de aprendizaje y que las afronte con el propósito de aprender (motivación).**
- b) Saber pensar, que el alumno crea que puede conseguir la meta y sepa qué proceso seguir para afrontar de modo eficaz la lectura, el estudio y la solución de problemas (cómo pensar) (Alonso, J. ,1998).**

CONCEPTOS DE EDUCACIÓN CITANDO DIFERENTES AUTORES

Emanuel Kant cita que la educación se recibe por instrucción; él no concibe que un ser humano no reciba educación, dejaría de ser humano si no lo hace.

En la educación es siempre preciso enmarcar el principio de obediencia remitiéndose a la razón ilustrada. En la última etapa de la educación, los deberes, la obediencia y la razón aparecen reunidos en uno, como sigue:

"Hacer algo por deber significa: obedecer a la razón" (Kanz, 1993).

El ser humano busca la razón en todo momento, más aun cuando se enfrenta a situaciones difíciles, donde el deber se apega más a la razón que la razón misma.

Cuando se tiene que sobrevivir; el hacer algo por deber, ofrece una razón para vivir.

Jean-Jacques Rousseau, dice que la educación se da en forma de experiencia y apegado a la naturaleza humana, y que sin necesidad de una dirección ésta

se puede desarrollar. *"el hombre nace libre, pero en todas partes se encuentra encadenado"*.

Contrastado esto con la actualidad, se muestra diario en las experiencias que los docentes pueden tener, donde se palpa un estudiante cansado, fastidiado de un sistema de enseñanza impuesto que en la mayoría de los casos no lo entienden y ni quieren hacerlo.

El gran problema radica en que el hombre del humanismo, aquel que vivía en armonía con la naturaleza y con sus semejantes, en el seno de unas instituciones cuya tutela no ponía en tela de juicio, se ha extinguido.

Ahora la necesidad se libera de la naturaleza, engendrando en el hombre una pasión por poseer y un sentimiento de ambición que alimenta a su vez la carrera por el poder.

John Dewey, enuncia que la educación es esencial para la realización cotidiana del ser humano. Gracias a ella el estudiante logra socializar, experimentar además de poder cambiar el curso de su vida, encontrando un objetivo en ella.

El alumno debe aprender haciendo, participar en actividades y experimentar, después pensar y reflexionar, luego volver a la actividad y transformar la realidad.

En asignaturas donde se requiere más que dar un concepto, es necesario llevar a cabo más de una actividad para llegar a cumplir satisfactoriamente el aprendizaje. Es el caso de la Ciencia para que se declare como tal, se hace una observación de un problema, se formula una hipótesis, se experimenta, se obtienen datos y al final se obtienen resultados.

La escuela es vida social, educación democrática y espacio de experiencia colectiva, pero además es un agente que puede alterar el orden social. La construcción de una sociedad más justa implica un compromiso de la escuela con la igualdad de oportunidades. “evidentemente, una sociedad a la que sería fatal la estratificación en clases separadas tiene que procurar que las oportunidades intelectuales sean accesibles a todos en forma equitativa y fácil.” (Dewey, 1993).

Jean Piaget, define la educación como un derecho para el ser humano, indispensable para la adaptación del entorno. Considera el pensamiento y la inteligencia como procesos cognitivos que va desarrollándose en forma paralela con la maduración y el crecimiento biológico.

Aprender, en resumen, se concibe a partir de la reestructuración de las estructuras cognitivas internas del aprendiz, de sus esquemas y estructuras mentales, de tal forma que al final de un proceso de aprendizaje deben aparecer nuevos esquemas y estructuras como una nueva forma de equilibrio (Munari, 1994).

La educación antes del siglo XVI se dedicaba sólo a alimentar, proteger y educar a un pequeño, sin considerar ninguna otra edad con necesidad de educación.

Por otro lado la educación en la actualidad, se usa para designar formas que la sociedad utiliza para actuar sobre las generaciones más jóvenes.

Por medio de:

- Educación Formal.- Ésta se recibe mediante: valores, normas y conocimientos, los cuales tienen una acreditación.
- Educación Informal.- Recibida de: prensa, radio, televisión, etc.

Quiérase o no resulta imposible educar con solo conocimientos científicos y con métodos tecnológicamente eficaces. “Tanto lo ideológico como lo utópico entretejen los distintos procesos educativos” (Fullat, 1988).

Según Sara Pain, se asignan cuatro funciones independientes a la educación:

1.- FUNCIÓN CONSERVADORA

Que el nuevo hombre recoja los datos elaborados por los que lo han precedido, sus formas de acción, una visión del mundo y así podrá “seguir adelante”.

2.- FUNCIÓN SOCIALIZANTE

La educación enseña modalidades de acciones, como por ejemplo: hablar, comer o a caminar y las reglamenta con ciertas normas que regulan estas acciones, por ejemplo: sintaxis, códigos de habla, etc.

3.- FUNCIÓN REPRESIVA

El sujeto se hace depositario de una normativa que asume como ideología propia. Como una función represiva y reproductora de la educación.

4.- FUNCIÓN TRANSFORMADORA

La educación transforma las estructuras y cuando permite ampliar los grupos comprometidos con diferentes proyectos, cuando permite la crítica del sistema dominante, y cuando genera “formas peculiares de expresión revolucionaria”.

stas cuatro funciones no son excluyentes de algún sector social o económico ni privadas. Se presentan en todos los sectores, sin dejar de pensar que algún sector económico fuerte tome una función como de él (Pain Sara,1989).

La educación se resume como sigue:

Se puede interpretar de diferentes formas y aun así tiene su valor en cada sector en cada nivel socioeconómico. Se puede extender, ya que el individuo se somete e incorpora a las necesidades y lo hace extensivo. Es un modo de reflejo, expresión y hasta de presión por las naciones más fuertes. Con todo esto la educación es un fuerte analizador de las contradicciones que hoy en día padecen nuestras sociedades. La educación es plan y variable de nuestra sociedad actual.

Con todo esto cada estudiante se manifiesta en forma diferente, y dada esta diversidad, las formas de adquirir el conocimiento se ven multiplicadas, logrando con ello, variabilidad en el diseño de las actividades del módulo de Cristalografía.

Para el desarrollo de este trabajo se dio continuidad a los planes de estudio que hoy en día se manejan. Considerando que el conocimiento se adquiere primero en forma factual; es decir, la parte inicial del conocimiento, donde se informa al estudiante sin profundizar sobre Cristalografía, para continuar hablando sobre las diferentes estructuras que se presentan en la Cristalografía, la cual es la parte conceptual; y al final, cuando el estudiante ya tiene la parte factual y conceptual, puede aplicar sus conocimientos en Cristalografía, concluyendo con la última parte del conocimiento, que es la procedimental y ejecutiva.

La implementación del MWM nos permite palpar la educación basada en competencias, pues en todas las actividades que se aplican del módulo de cristalografía se logra ser competitivo.

El concepto de competencia, tal y como se entiende en la educación, resulta de las nuevas teorías de cognición y básicamente significa saberes de ejecución. Puesto que todo proceso de “conocer” se traduce en un “saber”, entonces es posible decir que son recíprocos competencia y saber: saber pensar, saber desempeñar, saber interpretar, saber actuar en diferentes escenarios, desde sí y para los demás (dentro de un contexto determinado)

A la par la educación basada en competencias se concentra en:

- ❖ Los conocimientos.
- ❖ Las habilidades.
- ❖ Las actitudes inherentes a una competencia (actitudes o comportamientos que respondan a la disciplina y a los valores).
- ❖ La evaluación de los logros mediante una demostración del desempeño o de la elaboración de un producto.

Cuando se consideró el tema de competencias en la elaboración de este trabajo no se podía dejar de pensar en capacidad, el potencial para actuar de forma eficaz en una situación.

Esto se apega directamente a la reforma integral de educación media superior (RIEMS) que México propone (www.sems.gob.mx., 2008).

Pretendiendo lograr que se logre al menos, los siguientes textos citados:

1.- Énfasis en habilidades y conocimientos básicos o competencias

2.-Definición de los elementos de formación básica comunes a todos los programas de un subsistema

3.- Flexibilidad y enriquecimiento del currículo

- Eliminación de secuencias de cursos rígidos
- Énfasis en la transversalidad

4.- Programas y prácticas docentes centradas en el aprendizaje

- Estrategias de enseñanza dinámicas
- Programas de tutorías fortalecidos

(www.sems.gob.mx., 2008).

Una de las principales aportaciones que las competencias hacen a la comunidad estudiantil, es sin duda que el alumno logre ser competente en cuando al menos el mínimo-suficiente. Realizar los conocimientos básicos de un estudiante logrará mayor seguridad y firmeza en los siguientes conocimientos que el adquiriera.

Esto quiere decir que el estudiante pueda decir que lo sabe, porque es competente en la actividad que se le presenta, que la puede realizar. Una competencia es más que un conocimiento y habilidad. Las competencias logran que el alumno adquiriera niveles superiores de desempeño.

2. FUNDAMENTOS DISCIPLINARES

La Ciencia como producto se conforma de un conjunto de hechos, principios, teorías y leyes que se formulan para entender la realidad para después poder transformarla. La Ciencia es una forma estructurada y dirigida de formular preguntas y hallar respuestas.

En el MWM los jóvenes manipulan los materiales, aparte de conocer teóricamente su funcionamiento, lo que los invita en todo momento a preguntar y reflexionar, conforme las actividades se van dando él mismo las va adecuando al conocimiento, con una gran asertividad en casi todos los rubros que se pretendan cubrir de la Ciencia a tratar. Con todo esto el alumno logra adentrarse en el tan temible mundo de la Ciencia, de una manera autodidacta, autorregulada, que le permite interesarse más en este rubro.

El estudiante con todo un método aplicado, podrá ser capaz de desarrollar una competencia, pues tiene el conocimiento y la habilidad mismos que ha practicado en el método científico.

Cabe mencionar el constructivismo como base importante en este tipo de actividades; iniciando con una información sencilla de la Cristalografía y avanzando en forma gradual en el reconocimiento de la Cristalografía como Ciencia.

Los módulos están desarrollados con la finalidad de abarcar las cuatro principales ciencias: Matemáticas, Biología, Física y Química, todas para un buen desempeño académico.

Analizando un poco las formas de cómo se adquieren los conocimientos de la Cristalografía, se pone interés en algunos conceptos de forma sencilla, que se requieren para la utilización en la práctica del Módulo de Cristalografía (www.cimav.edu.mx, 2005).

ÁTOMO

El átomo es considerado el componente básico de toda materia. Es la partícula más pequeña de un elemento que posee todas las propiedades químicas de tal elemento. Los átomos poseen un núcleo, protones y neutrones

rodeado por los electrones. Los átomos de diferentes elementos tienen diferentes números de protones. El átomo más simple es el hidrógeno, el cual está compuesto por un electrón y un protón.

ENLACE

Es lo que permite que dos o más átomos se unan para formar moléculas. Donde los átomos son los formadores de las sustancias químicas. Un enlace se forma cuando un electrón “salta de un átomo a otro” es decir en el momento en que un átomo pierde o gana electrones, lo que se dice que es un enlace iónico o cuando se comparten un par o más de electrones lo que se llama un enlace covalente (www.misrespuestas.com).

EJE DE SIMETRIA

Una línea que atraviesa una figura de tal manera que cada lado es el espejo del otro. Si dobláramos la figura en la mitad a lo largo del Eje de Simetría, tendríamos que las dos mitades son iguales, quedarían parejas.

MATERIAL CRISTALINO

Los átomos se sitúan en una disposición repetitiva o periódica a lo largo de muchas distancias atómicas; es decir, existe un orden de largo alcance tal que, al solidificar el material, los átomos se sitúan según un patrón tridimensional repetitivo, en el cual cada átomo está enlazado con su vecino más próximo.

MATERIALES NO CRISTALINOS O AMORFOS

Carecen de un ordenamiento atómico sistemático y regular a distancias atómicas relativamente grandes. Estos materiales también llamados *amorfos*

(literalmente significa sin forma) o líquidos subenfriados, puesto que la estructura atómica recuerda la de un líquido.

ESTRUCTURA CRISTALINA

Algunas propiedades de los sólidos cristalinos dependen de la **estructura cristalina**. La primera clasificación que se puede hacer de materiales en estado sólido, es en función de cómo es la disposición de los átomos o iones que lo forman. Si estos átomos o iones se colocan ordenadamente siguiendo un modelo que se repite en las tres direcciones del espacio, se dice que el material es cristalino (www.mitecnologico.com).

RED

En el contexto de las estructuras cristalinas a menudo se utiliza la palabra **red**; en este sentido red significa disposición tridimensional de puntos coincidentes con las posiciones de los átomos (o centros de las esferas).

CELDA UNITARIA

Al describir la estructura cristalina conviene dividirla en las pequeñas entidades que se repiten, llamadas **celda unitaria** o **celdillas unidad**, por considerar la más pequeña porción de una estructura el mínimo arreglo. La celda unitaria de la mayoría de las estructuras cristalinas son paralelepípedos o prismas con tres conjuntos de caras paralelas. Se elige la celda unitaria para representar la simetría de la estructura cristalina, de modo que las posiciones de los átomos en el cristal se pueden representar desplazando a distancias discretas la celdilla unidad a lo largo de los ejes. De éste modo, la celda unitaria es la unidad estructural fundamental y define la estructura cristalina mediante su geometría y por la posición de los átomos dentro de ella. Ver figura 1.

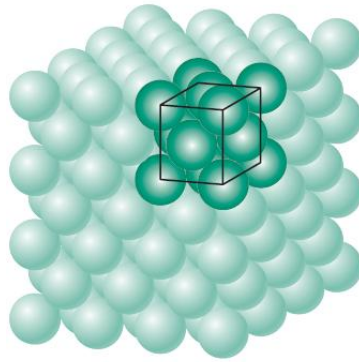


Figura 1. Representación de una Celda unitaria, dentro de una estructura cristalina centrada en sus caras (William D. Callister, 2007).

ESTRUCTURAS CRISTALINAS DE LOS METALES

No hay restricciones en cuanto al número y posición de átomos vecinos más próximos; lo cual conduce, para la mayoría de los metales, a estructuras cristalinas con gran número de vecinos muy próximos y densamente empaquetados. La mayoría de los metales más comunes cristaliza en una de las tres estructuras cristalinas siguientes: cúbica centrada en las caras, cúbica centrada en el cuerpo y hexagonal compacta.

CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS

Esta estructura cristalina es muy común en muchos metales, se trata de una celda unitaria de geometría cúbica, con los átomos localizados en los vértices del cubo y en los centros de todas las caras del cubo. Es la denominada estructura *cristalina cúbica centrada en las caras* FCC, por sus siglas en inglés: *face central cubic*. Ver figura 2.

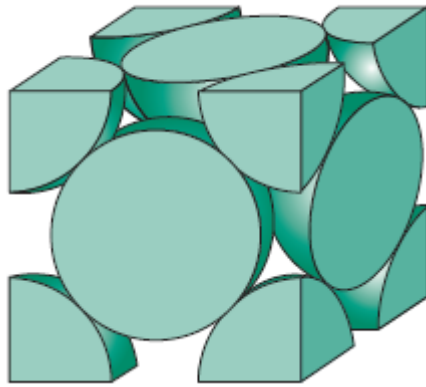


Figura 2. Representación de una estructura FCC (William D. Callister, 2007).

CÚBICA CENTRADA EN EL CUERPO

Ésta también es una estructura cristalina común en los metales. Esta estructura se representa como BCC (por sus siglas en inglés Body Central Cubic). La figura 3 representa a esta estructura.

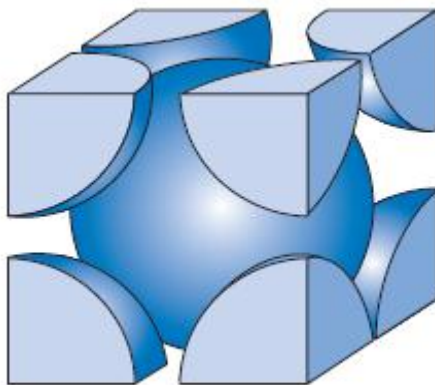


Figura 3. Representación de una estructura BCC (William D. Callister, 2007).

HEXAGONAL COMPACTA

No todos los metales tienen celdas unitarias con simetría cúbica; la última estructura cristalina que se discute es la que tiene una celda unitaria hexagonal, HCP por sus siglas en inglés: Hexagonal Closed Pack. Ver figura 4.

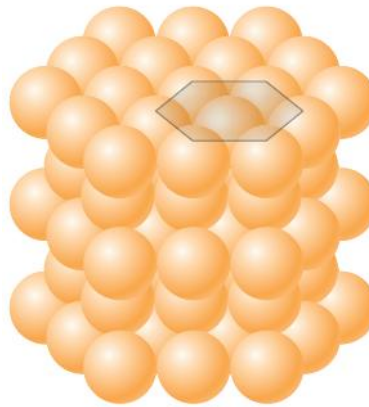


Figura 4. Representación de una estructura HCP (William D. Callister, 2007).

IMPERFECCIONES EN SÓLIDOS

El más simple de los defectos puntuales es la vacancia, o vacante de red, lugar normalmente ocupado por un átomo ausente. Las vacantes se producen durante la solidificación y también como consecuencia de las vibraciones, que desplazan los átomos de sus posiciones reticulares normales.

Un defecto *autointersticial* es un átomo de un cristal que se ha desplazado a un lugar intersticial, un espacio vacío pequeño que ordinariamente no está ocupado.

Otro defecto es el ***sustitucional***, los átomos de impurezas o soluto reemplazan o sustituyen a los átomos del disolvente. Ver figura 5.

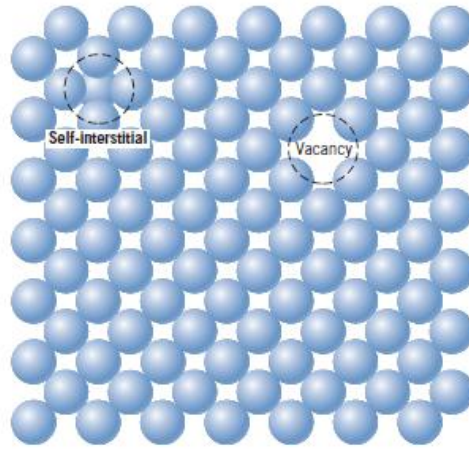


Figura 5. Imperfecciones por vacancia e intersticial
(William D. Callister, 2007).

DEFECTOS INTERFACIALES

Los defectos interfaciales son límites de grano que tienen dos direcciones y normalmente separan regiones del material que tienen diferente estructura cristalina y orientación cristalográfica.

Superficies externas. Constituye uno de los defectos más evidentes, se considera una imperfección puesto que representa el límite de la estructura cristalina, donde termina.

Límites de grano. Otro defecto interfacial, es el límite que separa dos pequeños granos o cristales que tienen diferentes orientaciones cristalográficas en materiales policristalinos.

Límites de macla. Es un tipo especial de límite de grano a través del cual existe una simetría de red especular; esto es, los átomos de un lado del límite son como imágenes especulares de los átomos del otro lado. Y la región de material entre estos límites se denomina macla. A menudo los materiales que forman la macla se unen como si se hubieran pegado uno al otro por el dorso, por un lado o por la base, como la imagen que se forma de un objeto si lo adosamos a un espejo.

IV DESARROLLO

MÓDULO DE CRISTALOGRAFÍA

El presente capítulo, desarrolla las actividades propuestas para el módulo de cristalografía; considerando en cada una de las cinco actividades el procedimiento, el material y la información pertinente para el término de cada una de ellas.

Antes de iniciar con las actividades se debe resolver un examen de diagnóstico, contemplando los siguientes cuestionamientos.

EXAMEN DE DIAGNÓSTICO “CRISTALOGRAFIA”

Nombre_____

1.- EXPLICA BREVEMENTE, ¿QUÉ ES PARA TI UN CRISTAL?

2.- ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DENOTAN UN CRISTAL?

a)

b)

c)

3.- ¿CREES QUE EXISTAN CRISTALES LÍQUIDOS? MENCIONA ALGUNO QUE CONOZCAS.

4.- DIBUJA UNA ESTRUCTURA CRISTALINA

5.- DIBUJA UN MATERIAL CON ESTRUCTURA CRISTALINA CÚBICA CENTRADA EN SUS CARAS Y QUE SIGLAS LO REPRESENTA.

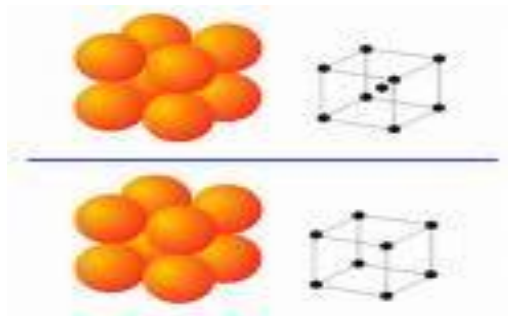
6.-CONSIDERANDO EL TAMAÑO DE UN ÁTOMO Y SUS ENLACES, ¿PODRÍAS CALCULAR EL NÚMERO DE ÁTOMOS QUE CONTIENE UNA ESTRUCTURA CRISTALINA HEXAGONAL COMPACTA.

7.- DIBUJA BREVEMENTE UNA ESTRUCTURA AMORFA.

8.- ¿QUÉ ENTIENDES POR MESOFORMO?

9.- DIBUJA UNA CELDA UNITARIA

10.- DE LA SIGUIENTE FIGURA DI, SI ES CRISTALINA, SIMÉTRICA (CUÁNTOS EJES) O AMORFA.



ACTIVIDAD 1

CAZANDO CRISTALES.

OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD 1

Que el alumno sea capaz de identificar y clasificar el material que se le proporciona, considerando las características más importantes de un Cristal, de una estructura amorfa, figuras geométricas, así como también los números de ejes de simetría, si los tienen. Todo esto en un ambiente de respeto, cordialidad y calidad entre sus compañeros.

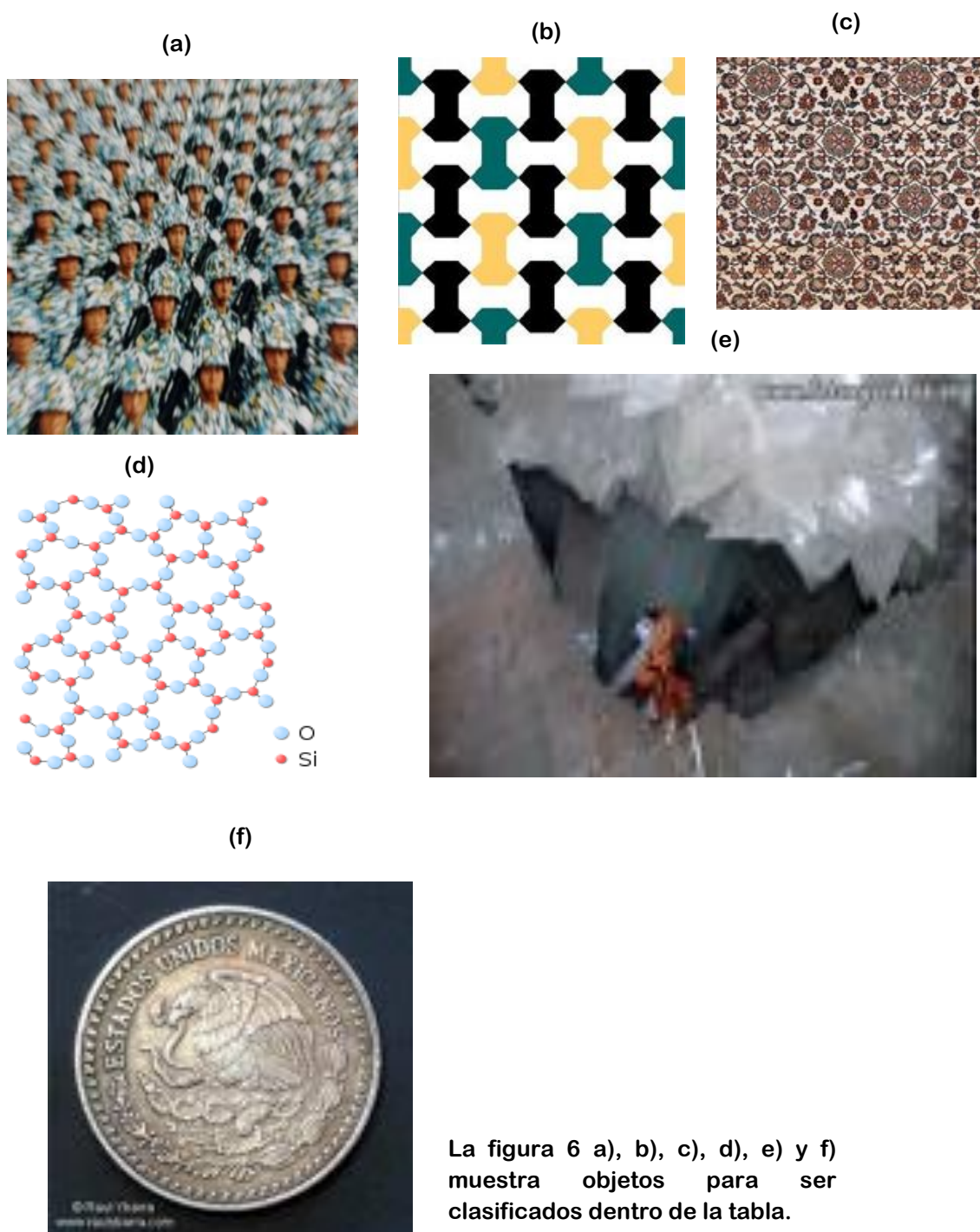
PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD:

Clasificar los materiales de apoyo, dibujos, figuras que se proporciona por parte del instructor, dentro de la rúbrica que se muestra a continuación.

Se forman equipos, a criterio de los asistentes. Las imágenes que se muestran, el material y los objetos que se encuentren, se clasifican como Cristales, amorfos y si tienen simetría cuantos ejes de simetría presentan.

FIGURA	CRISTAL	AMORFO	SIMETRIA (número de ejes)	ANOTACIONES

La figura 6 a), b), c), d), e) y f); la cual se le presenta al estudiante, con el fin de que la clasifique dentro de la rúbrica anterior.



La figura 7 muestra las diferentes percepciones de los objetos para cada alumno.



Figura 7. Se observa alumnos participando con diferentes puntos de vista en la clasificación de los objetos.

AMPLIANDO INFORMACIÓN

CRISTAL

Un **Cristal** es un sólido homogéneo que presenta una estructura interna ordenada de sus partículas reticulares, sean átomos, iones o moléculas. La palabra proviene del griego *crystallos*, nombre que dieron los griegos a una variedad del cuarzo, que hoy se llama Cristal de roca, el cual es transparente al carecer de impureza. Es el mineral más abundante en la corteza terrestre y el segundo elemento más común después del oxígeno (www.xtal.iqfr.csic.es).

CRISTALIZACIÓN

El llamarle Cristal y sólido, viene de la operación de cristalización, en la cual se separa un componente de una solución líquida haciéndolo pasar a la fase sólida en forma de cristales que se precipitan.

Para poder ser transferido a la fase sólida, es decir, cristalizar, un soluto cualquiera debe eliminar su calor latente de cambio de estado, por lo que el estado cristalino además de ser el más puro, es el de menor nivel energético de los tres estados físicos de la materia, en el que las moléculas permanecen inmóviles unas respecto a otras, formando estructuras en el espacio, con la misma geometría, sin importar la dimensión del Cristal (www.xtal.iqfr.csic.es).

ESTRUCTURAS AMORFAS

Aunque al vidrio se le suele confundir con un tipo de Cristal, en realidad el vidrio no posee las propiedades moleculares necesarias para ser considerado como tal. El vidrio, al contrario de un Cristal, es amorfo. Ver figuras 8 y 9.

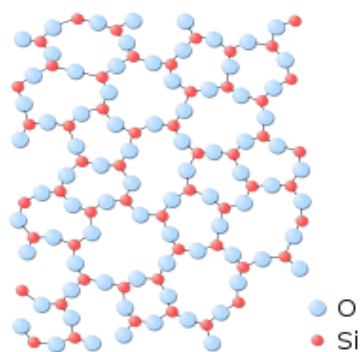


Figura 8. Estructura molecular del vidrio. (SiO_2) en sólido amorfo.

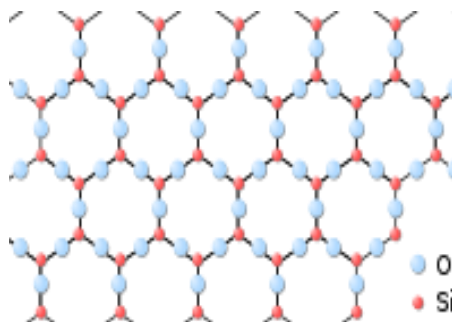


Figura 9. Estructura del cuarzo. (SiO_2) en red cristalina.

La palabra amorfo proviene del griego prefijo a, negación y la palabra morfo, forma, lo que significa literalmente que no tiene forma. Las dos moléculas que se muestran cuentan con los mismos elementos químicos, Oxígeno y Silicio, pero su estructura se muestra diferente, al someter el vidrio a un calentamiento y un enfriamiento rápido, en cambio el cuarzo es un calentamiento y un enfriamiento lento, causando que se ordene y ofrezca firmeza la estructura.

TIPOS DE CRISTALES

a) CRISTALES SÓLIDOS

Toda la materia sólida se encuentra en estado cristalino. En general, se presenta en forma de agregado de pequeños cristales (o policristalinos) como en el hielo, la rocas muy duras, los ladrillos, el hormigón, los metales muy ordenados, los huesos, etc., o mal cristalizados como las fibras de madera tratadas. Ver figuras 10,11 y 12.



Figura 10



Figura 11



Figura 12

Figuras 10,11 y 12 hielo, huesos y fibras de madera. Ejemplos de cristales sólidos.

b) CRISTALES LÍQUIDOS

Sin duda alguna parece una contradicción el término, por una parte se llama líquido a una sustancia que fluye y adopta la forma del recipiente que lo contiene, y por otro lado, Cristal un sólido y rígido. Por lo que se percibe que un Cristal y un líquido son precisamente lo contrario. Aun así existen sustancias fluidas, viscosas y con propiedades ópticas que pueden reflejar colores dependiendo del punto de donde se observen.

Los cristales líquidos fueron descubiertos hace más de cien años (1888) por el botánico austriaco F. Reinitzer, quien encontró que algunos compuestos orgánicos derivados del colesterol parecían tener dos puntos de fusión. Más específicamente, observó que al calentar los cristales de estas sustancias a 145°C , el sólido se transformaba en un líquido turbio; pero éste a su vez, se convertía en un líquido totalmente claro y transparente precisamente a 179°C . Friedrich Reinitzer también realizó el proceso inverso y enfrió el líquido transparente observando que exactamente a las mismas temperaturas anteriores ocurrían las transformaciones opuestas. Como además los cambios observados iban acompañados de absorción o emisión de calor, dependiendo de si la temperatura aumentaba o disminuía y, asimismo, como el volumen del sistema cambiaba en forma abrupta, Reinitzer concluyó que la

sustancia en realidad exhibía dos cambios o transiciones de fase sucesivas. Al poco tiempo de estas primeras observaciones (1889), el cristalógrafo alemán F. Lehmann descubrió que el líquido turbio intermedio entre los cristales y el líquido transparente poseía propiedades ópticas y una estructura molecular muy parecida a la de un Cristal sólido, y acuñó el nombre de *Cristal líquido*. Aun sin darse plena cuenta, lo que en realidad habían descubierto era un nuevo estado de la materia: las fases intermedias o mesofases. Algunos líquidos anisótropos, denominados a veces "*cristales líquidos*", han de considerarse en realidad como *cuerpos mesomorfos*, es decir, estados de la materia intermedios entre el estado amorfo y el estado cristalino. Sin embargo esto se abandonó, como un descubrimiento físico, pero sin un uso práctico, ya que por aquellos años (1889) sólo se consideraba que la materia constaba de tres estados, sólido, líquido y gas, pues no era nada conveniente considerar la dualidad Cristal-sólido (bibliotecadigital.ilce.edu.mx).

No fue hasta que, paradójicamente, los mismos avances y, de manera especial el proceso de miniaturización de los dispositivos electrónicos, produjeron el renacimiento y auge que los cristales líquidos tienen en nuestros días. En efecto, con el afán de miniaturizar, la electrónica pasó de los bulbos, a los transistores, después a los microcircuitos y finalmente a los circuitos integrados actuales. Este proceso tuvo como consecuencia la importante disminución de las potencias consumidas y, por tanto, la reducción de las fuentes de alimentación energética en aparatos e indicadores electrónicos. Sin embargo, ocurrió algo muy lógico, pero que no se había anticipado: al reducir tanto las dimensiones de los dispositivos electrónicos ¡Casi se perdió la comunicación con ellos mismos! Cada vez era más difícil transmitir —a bajo costo— la información al hombre, pues los diodos semiconductores emisores de luz consumen grandes corrientes eléctricas y los cinescopios de televisión son demasiado grandes.

Faltaba, pues, un puente de comunicación entre lo muy pequeño y el mundo macroscópico. Es entonces, a principios de los años sesenta, cuando los cristales líquidos son recordados y comienza su resurgimiento hasta convertirse en uno de los campos más activos en la investigación científica interdisciplinaria con enormes posibilidades de aplicación tecnológicas. De acuerdo con el tipo de arreglos moleculares que pueden formar, Friedel (1922) clasificó los cristales líquidos en tres grandes clases:

- 1.- Nemáticos.
- 2.- Esmécticos.
- 3.- Colestéricos.

La fase nemática exhibe orden en la orientación de sus moléculas y al mismo tiempo desorden en la posición de sus centros de masa. Las moléculas pueden moverse lateralmente, girar alrededor del eje común o deslizarse paralelamente a él (figura 13).

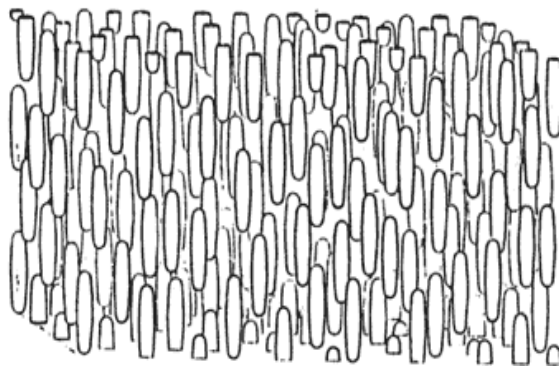


Figura 13. La fase nemática exhibe orden de orientación, pero desorden en la posición de los centros de masa moleculares. (bibliotecadigital.ilce.edu.mx).

Se podría comparar este arreglo molecular con el de los cerillos dentro de una caja: aunque pueden moverse, la presencia de los demás impone

restricciones a estos movimientos y tiende a mantenerlos paralelos entre sí. De este modo, respecto a la posición de sus centros de masa, un nemático se comporta como un líquido ordinario y sus moléculas se mueven caóticamente. En cambio difiere totalmente de un líquido ordinario en que sus moléculas se orientan y al moverse mantienen sus ejes paralelos a una dirección común. Es preciso señalar que, por supuesto, este orden nunca es perfecto, sólo ocurre a temperaturas moderadas cuando las variaciones térmicas no son tan intensas como para destruir totalmente este orden de orientación. Por otra parte los esmécticos constituyen la fase más ordenada. Tienden a organizarse en capas planas paralelas entre sí, como las hojas de un libro pero con sus ejes moleculares perpendiculares a estos planos y paralelos entre sí. Éste es, por ejemplo, el arreglo de las moléculas en las capas superficiales de una pompa de jabón y es el que le proporciona la cohesión necesaria para formarse. De hecho, esméctico se deriva del vocablo griego que designa una sustancia de propiedades similares al jabón. Como en los nemáticos, las moléculas de esméctico también pueden girar alrededor de la dirección de orientación común pero no pueden hacerlo fuera de la capa en que se encuentran. En cada plano las moléculas pueden acomodarse en filas con diferentes grados de orden de posición de sus centros de masa. En el caso más ordenado se produce un arreglo regular muy parecido al de la red de un sólido, en el que hay orden y repetición en cada dirección (figura 14).

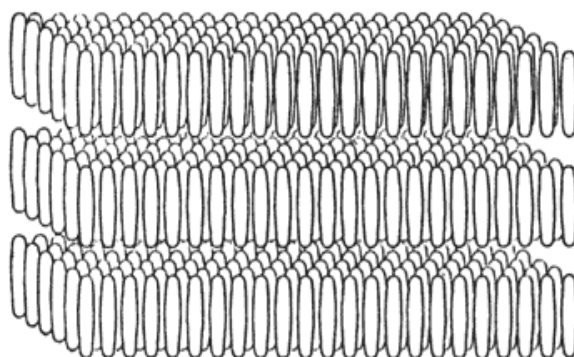


Figura 14. Cristal líquido esméctico con orden de orientación de los ejes moleculares y orden en la posición de sus centros de masa.

La tercera clase de cristales líquidos posee una estructura molecular característica de muchos compuestos que contienen colesterol y por esta razón se le llama colestérica. Como en los esmécticos, las moléculas de colestérico también pueden acomodarse en capas superpuestas, pero con una diferencia crucial: los ejes moleculares se orientan en una dirección paralela al plano mismo de las capas. Más aún, esta dirección cambia ligeramente de capa a capa debido a la peculiar estructura molecular de los colestéricos, y en consecuencia el eje de orientación, al pasar de un plano a otro, describe una trayectoria en forma de hélice, como se indica en la figura 15.

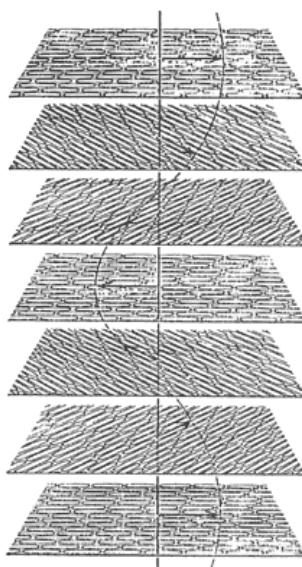


Figura 15. La dirección de orientación molecular en cada plano de colestérico describe una trayectoria helicoidal (línea discontinua) (bibliotecadigital.ilce.edu.mx).

Se ha visto cómo la arquitectura molecular de los cristales líquidos favorece, a temperaturas y densidades moderadas, la aparición de una dirección especial a lo largo de la cual se orientan las moléculas alargadas y perpendicularmente a ella en las moléculas en forma de disco. La peculiaridad de este tipo de materiales es que la existencia de una dirección preferida afecta el comportamiento de los rayos luminosos en el material cambiando su intensidad, color y dirección de propagación. Por esta razón a

esta dirección especial se le llama el eje óptico del material y es la causa de muchos fenómenos ópticos importantes.

Un Cristal líquido fluye, se escurre y toma la forma del recipiente que lo contiene, de la misma manera que lo hace un líquido ordinario como, por ejemplo, el agua. Pero a diferencia de ésta, cuyas moléculas son relativamente simples y prácticamente esféricas, las moléculas de un Cristal líquido son, por lo general, o muy alargadas en forma de barra o aplanadas en forma de disco (Figura 16).

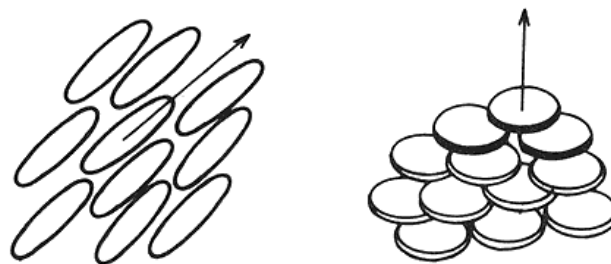


Figura 16. Las moléculas de Cristal líquido tienen forma de barras o discos.
(bibliotecadigital.ilce.edu.mx).

En los últimos treinta años se ha descubierto que estas sustancias ocupan un lugar único en la naturaleza. Así, se sabe que los cristales líquidos desempeñan un papel fundamental en los organismos vivos, pues el ADN forma diversas fases líquido cristalino; también se les utiliza para fabricar dispositivos electrónicos, como los indicadores electro-ópticos que muestran letras y símbolos diversos en las calculadoras de bolsillo o en las carátulas de los relojes electrónicos modernos (Figuras 17,18 y 19).



Figura 18. Calculadora de bolsillo.



Figura 17. Reloj electrónico.



Figura 19. Estructura de ADN.

Los cristales líquidos se usan en pantallas LCD (figura 20) de aparatos electrónicos. Su diseño mas corriente consta de dos láminas de vidrio metalizado que emparedan una fina película de sustancia mesomorfa. La aplicación de una tensión eléctrica a la película provoca una intensa turbulencia que comporta una difusión local de la luz, con la cual la zona cargada se vuelve opaca. Al desaparecer la excitación, el Cristal líquido recupera su transparencia.



Figura 20. Pantalla LCD (acrónimo del inglés Liquid Crystal Display).

Las propiedades de los cristales, como su punto de fusión, densidad y dureza están determinadas por el tipo de fuerzas que mantienen unidas a las partículas. Se clasifican en: iónico, covalente, molecular o metálico (bibliotecadigital.ilce.edu.mx).

i) CRISTALES IÓNICOS

Los cristales iónicos tienen dos características importantes: están formados de enlaces cargados y los aniones y cationes suelen ser de distinto tamaño. Son duros y a la vez frágiles. La fuerza que los mantiene unidos es electrostática. Ejemplos: KCl, CsCl, ZnS y CF_2 . La mayoría de los cristales iónicos tiene puntos de ebullición altos, lo cual refleja la gran fuerza de cohesión que mantiene juntos a los iones. Su estabilidad depende en parte de su energía reticular; cuanto mayor sea esta energía, más estable será el compuesto. Como ejemplo se puede citar el Cristal de un reloj (es.wikipedia.org) Para su fabricación se somete a una cristalización el óxido de aluminio a muy altas temperaturas, el cual presenta enlace iónico y a veces enlaces covalentes (www.sobrerelejos.com).

ii) CRISTALES COVALENTES

Los átomos de los cristales covalentes se mantienen unidos en una red tridimensional únicamente por enlaces covalentes. El grafito y el diamante, alótropos del carbono, son buenos ejemplos. Debido a sus enlaces covalentes fuertes en tres dimensiones, el diamante y el grafito presentan una dureza particular y un elevado punto de fusión. El cuarzo (SiO_2) es otro ejemplo de Cristal covalente. La distribución de los átomos de silicio (Si) en el cuarzo es semejante a la del carbono en el diamante, pero en el cuarzo hay un átomo de oxígeno (O_2) entre cada par de átomos de Si (es.wikipedia.org).

iii) CRISTALES MOLECULARES

En un Cristal molecular, los puntos reticulares están ocupados por moléculas que se mantienen unidas por fuerzas de Van der Waals y/o de enlaces de hidrógeno. El dióxido de azufre (SO_2) sólido es un ejemplo de un Cristal molecular al igual que los cristales de I_2 , P_4 y S_8 . Con excepción del hielo, los cristales moleculares suelen empaquetarse tan juntos como su forma y tamaño lo permitan. Debido a que las fuerzas de Van der Waals y los enlaces de hidrógeno son más débiles que los enlaces iónicos o covalentes, los cristales moleculares suelen ser quebradizos y la mayoría funden a temperaturas menores de 100°C (es.wikipedia.org).

iv) CRISTALES METÁLICOS

La estructura de los cristales metálicos es más simple porque cada punto reticular del Cristal está ocupado por un átomo del mismo metal. Los cristales metálicos por lo regular tienen una estructura cúbica centrada en el cuerpo o en las caras; también pueden ser hexagonales de empaquetamiento compacto, por lo que suelen ser muy densos. Sus propiedades varían de acuerdo a la especie y van desde blandos a duros y de puntos de fusión de

bajos a altos, pero todos en general son buenos conductores de calor y electricidad (es.wikipedia.org).

ACTIVIDAD 2

OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD 2

El estudiante diseñará y elaborará una estructura cristalina, una estructura amorfa y una celda unitaria, utilizando la información que se le proporciona, logrando con ello la aplicación de los conocimientos adquiridos, todo en un ambiente de cooperación y respeto hacia sí mismo, sus compañeros y su entorno.

PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD:

A los estudiantes se les pidió diseñar una figura que represente un Cristal, una estructura amorfa y una celda unitaria. Los mismos equipos que se formaron en la actividad anterior, primero realizan el diseño de las estructuras en una hoja planteando las ideas de cada uno de los integrantes para formar las estructuras. Una vez hecho esto, uno o dos integrantes de cada equipo recogerá el material para elaborarlas, la cual consiste en: bombones y palillos de dientes. Con el apoyo del docente, como un mediador, cada equipo expondrá sus estructuras explicando el diseño que hicieron y la representación del mismo.

A continuación se muestran las figuras 21,22 y 23 de cómo los estudiantes realizaron su actividad 2.

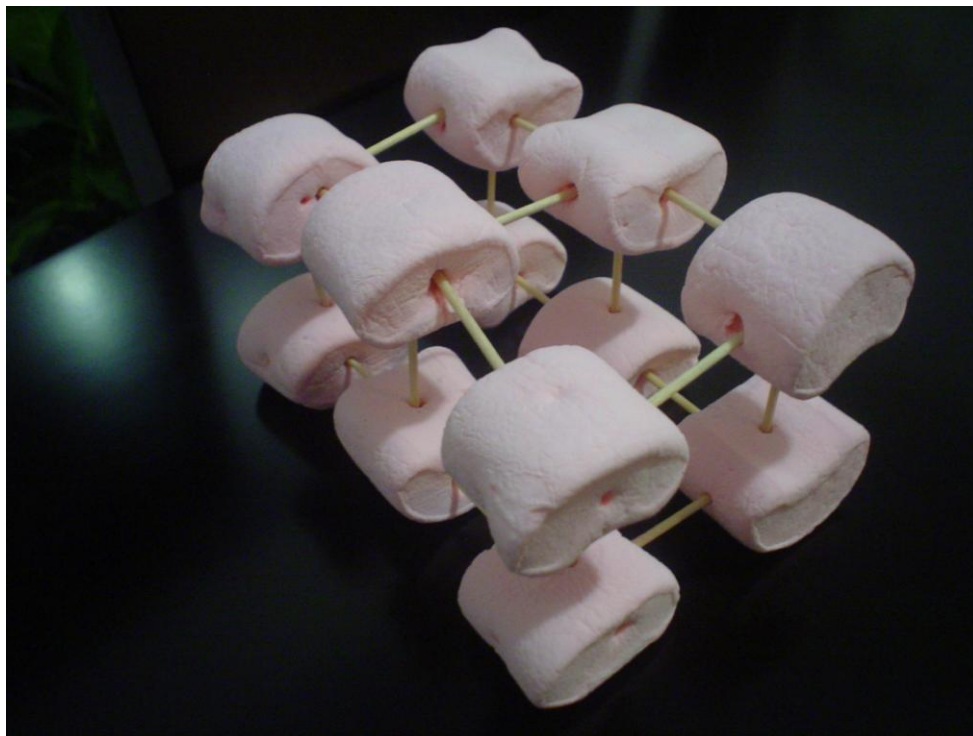
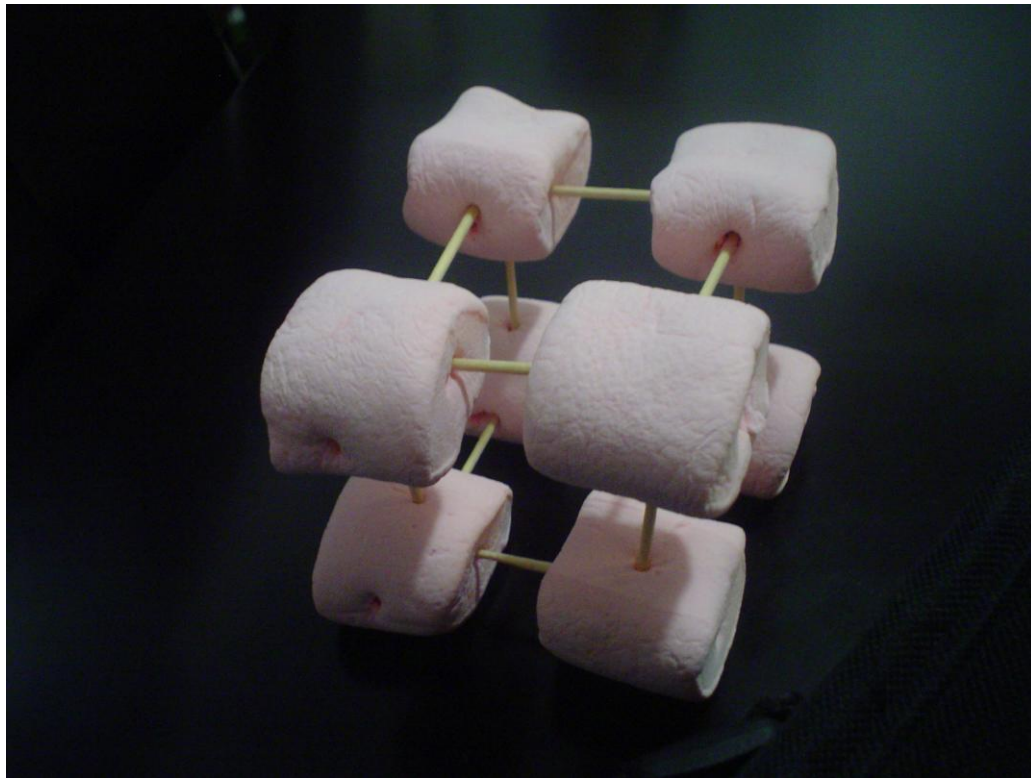


Figura 21. Muestra de un diseño de un Cristal.



Figura 22. Alumnos modelando una estructura amorfa.



23. Representación de una celda unitaria.

AMPLIANDO INFORMACIÓN

CRISTALOGRAFÍA

En un Cristal, los átomos e iones se encuentran organizados de forma simétrica en celdas elementales, que se repiten indefinidamente formando una estructura cristalina. Un Cristal suele tener la misma forma de la estructura cristalina que la conforma. Del estudio de la estructura, composición, formación y propiedades de los cristales se ocupa la Cristalografía.

La **Cristalografía** es la ciencia que se dedica al estudio y resolución de estructuras cristalinas. La mayoría de los minerales adoptan formas

cristalinas cuando se forman en condiciones favorables. La Cristalografía es el estudio del crecimiento, la forma y la geometría de estos cristales.

Algunas propiedades de los sólidos cristalinos dependen de la estructura cristalina del material: es decir, de la disposición de los átomos y las fuerzas de enlace entre éstos. Hay un número muy grande de estructuras cristalinas diferentes que tienen, todas ellas, orden atómico de largo alcance. Estas estructuras varían desde las relativamente simples de los metales a las excesivamente complejas de los materiales cerámicos y poliméricos. El trabajo que se presenta abarca algunas estructuras cristalinas de los metales más comunes.

Pues bien para poder describir una estructura cristalina se consideran los átomos, iones o moléculas como esferas sólidas con diámetros bien definidos según un modelo de repetición periódica, esta periodicidad es sencilla entenderla si se piensa en motivos de alguna alfombra, una formación del tipo militar, grecas, tapices, etc. Ver figuras 24,25 y 26 (www.xtal.iqfr.csic.es).



Figura 24

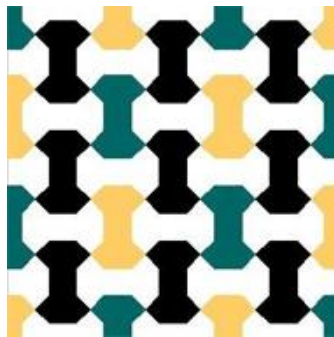


Figura 25



Figura 26

Figura 24,25 y 26. Alfombra, tapiz y formación militar, son ejemplos de periodicidad.

Si observan con detenimiento las figuras anteriores, siempre una fracción de los mismos se repite. Lo mismo sucede en, los cristales, los átomos, iones o moléculas, las cuales se empaquetan, son átomos macizos en contacto. La figura 27, muestra un ejemplo de la disposición atómica de los metales elementales más comunes mediante el modelo de esferas rígidas. En este caso, todos los átomos son idénticos (www.xtal.iqfr.csic.es).

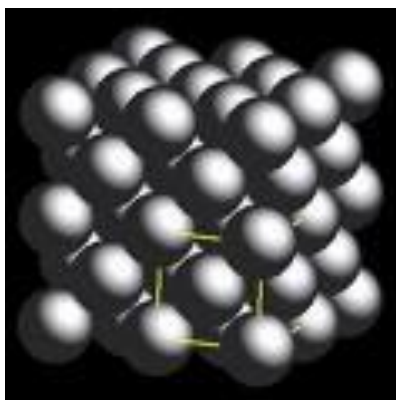


Figura 27. Disposición atómica mediante el modelo de esferas rígidas (1.bp.blogspot.com).

A la repetitividad que se da en tres dimensiones, se denomina red cristalina, que es la disposición tridimensional de puntos coincidentes con las posiciones de los átomos (o centros de las esferas) Una vez que se conoce el concepto de estructura cristalina, como grupos de átomos que se repiten en el espacio, conviene dividirla en pequeñas entidades que se repiten, la cual es llamada celda unitaria. El recuadro de la figura 28 muestra un ejemplo de la celda unitaria.

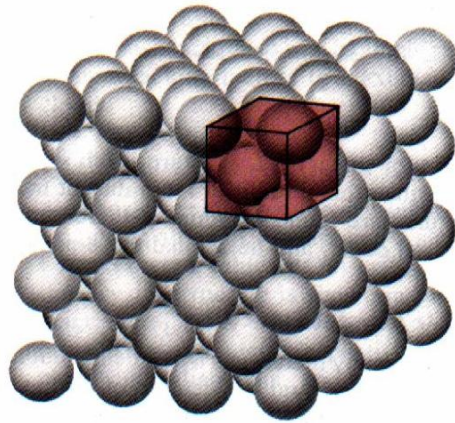


Figura 28. Representación esquemática de la celda unitaria (cubo pequeño).

Hay ocasiones en las que la repetitividad se rompe, no es exacta, y precisamente esa característica lo que diferencia a los cristales de los vidrios o en general de los llamados materiales amorfos (desordenados o poco ordenados) (www.xtal.iqfr.csic.es). Ver figuras 29 y 30.

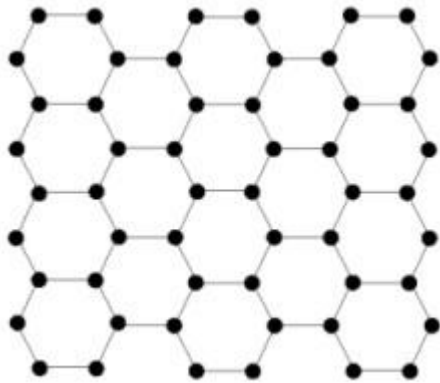


Figura 29. Modelo atómico en un material ordenado (Cristal) (www.xtal.iqfr.csic.es).

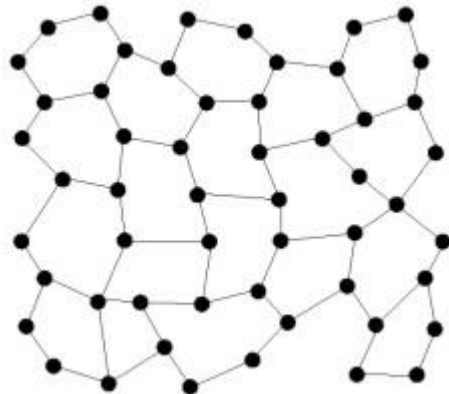


Figura 30. Modelo atómico de un material desordenado (Amorfo) (www.xtal.iqfr.csic.es).

Esta pérdida gradual de orden que se da en los materiales, es equivalente a lo que se puede observar en los pequeños detalles de una formación gimnástica, que, siendo en cierto modo ordenada, hay unas personas con pantalones,

otras con falda, con posturas algo distintas o ligeramente desalineados (www.xtal.iqfr.csic.es) (Figura 31).



Figura 31. La pérdida del orden en los materiales es similar a una formación gimnástica. (www.xtal.iqfr.csic.es).

En la estructura cristalina (ordenada) de los materiales inorgánicos, los motivos repetitivos son átomos o iones enlazados entre sí, de modo que generalmente no se distinguen unidades aisladas y de ahí su estabilidad y dureza (cristales iónicos, fundamentalmente) (www.xtal.iqfr.csic.es). Ver figura 32.

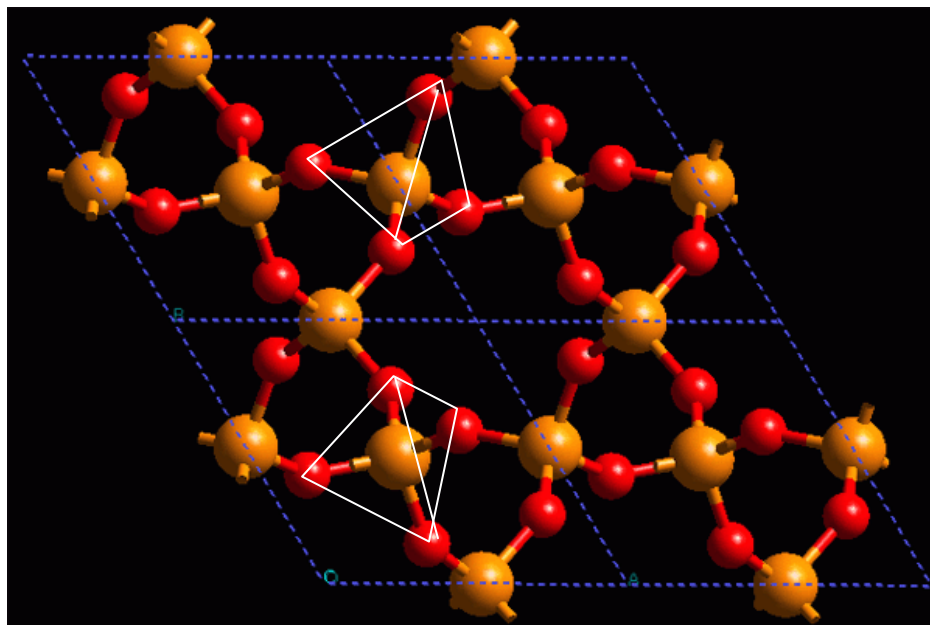


Figura 32. Estructura cristalina de un material inorgánico: el alfa-cuarzo. (www.xtal.iqfr.csic.es).

En las proteínas también existen unidades moleculares, pero mucho más grandes. Las fuerzas que unen estas moléculas son también similares, pero su empaquetamiento deja muchos huecos que se rellenan con agua no ordenada y de ahí su extrema inestabilidad (www.xtal.iqfr.csic.es) Ver figura 33.

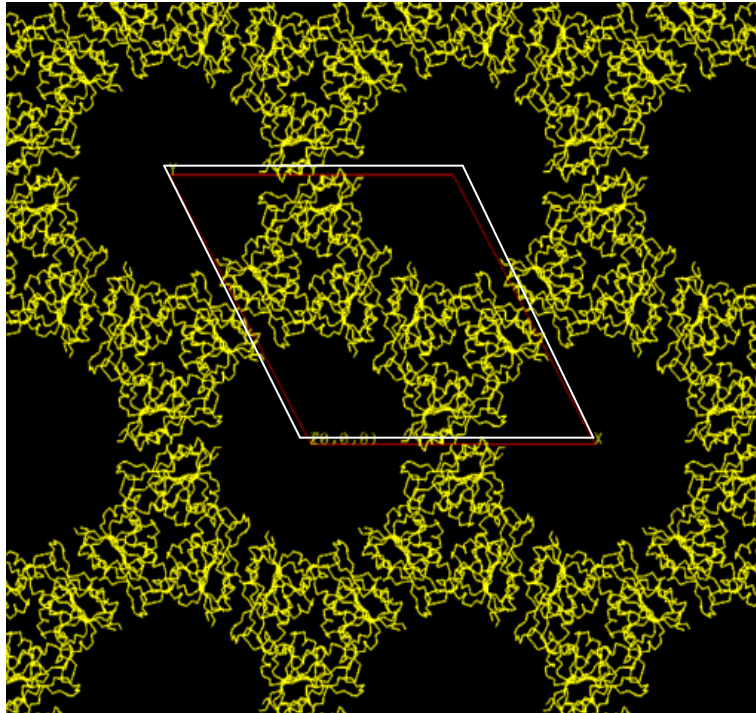


Figura 33. Estructura cristalina de una proteína: AtHal3. Se muestran los grandes huecos que deja el empaquetamiento cristalino (www.xtal.iqfr.csic.es).

ACTIVIDAD 3

OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD 3

El estudiante diseñará y realizará tres modelos que representen: una estructura cúbica centrada en las caras (FCC), una centrada en el cuerpo (BCC) y una hexagonal compacta (HCP). Además contará el número de átomos de cada estructura, mediante el uso de la información adecuada para la elaboración de dichos modelos; mostrando un interés científico y de responsabilidad en la aplicación de los conocimientos; en un ambiente de respeto armonía con sus compañeros y el medio ambiente.

PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD:

Partiendo de la información proporcionada, la siguiente actividad está dedicada, a demostrar el número de átomos que conforman las tres principales estructuras en que cristalizan los metales, utilizando para ello el material que se te proporciona. No se debe olvidar realizar los diseños antes de utilizar el material que se tiene para dicha actividad.

Se forman equipos con los estudiantes y entre los integrantes, realizan un diseño de cada una de las estructuras; FCC, BCC y HCP. Se analiza cada estructura contando el número de átomos que posee cada una de ellas. Una vez que se realiza el diseño, se invita a los estudiantes a tomar su material para elaborar los modelos, contando para ello con: bombones y palillos, además de las estructuras anteriormente utilizadas en la actividad 2. El docente como mediador, invita a todos los equipos a exponer sus modelos, solicitando además que se demuestre el número de átomos de cada estructura. En las figuras 34 y 35 se observan los modelos de la actividad 3.



Figura 34. Mostrando una estructura BCC.

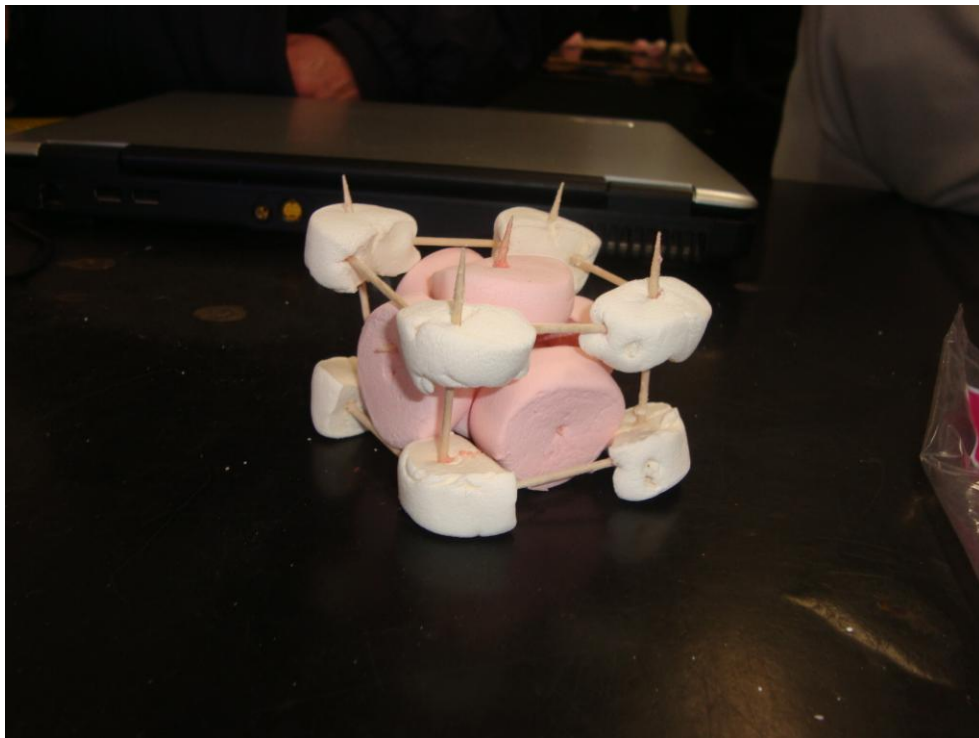
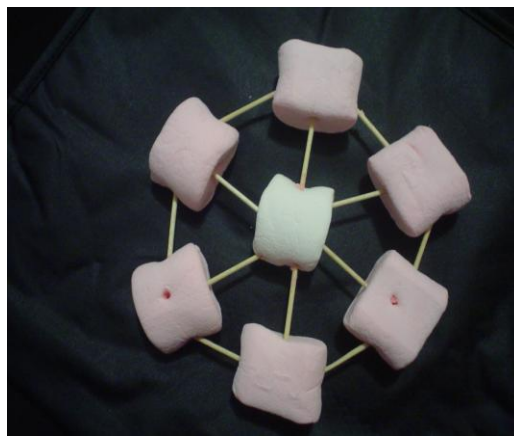


Figura 35. El modelo representa una estructura FCC.

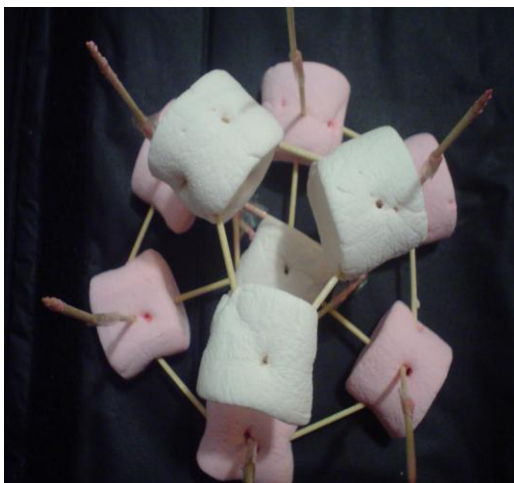
En la figura 36 a) se muestra la formación de la base de un HCP, que consta de 6 átomos, de los cuales sólo se comparten con $1/6$ cada uno. En la figura 36 b) se agrega otro átomo, compartiendo $1/2$ parte de él. En c), se colocan los 3 átomos completos. En la figura 36 d) se muestra la tapa con el mismo número de átomos antes mencionados. Y al final en la figura 36 e) y en la figura 36 f) el ensamble de las dos piezas, mostrando la estructura HCP completa.



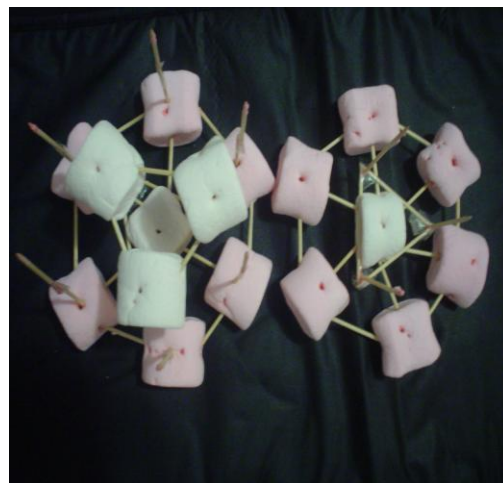
(a)



(b)



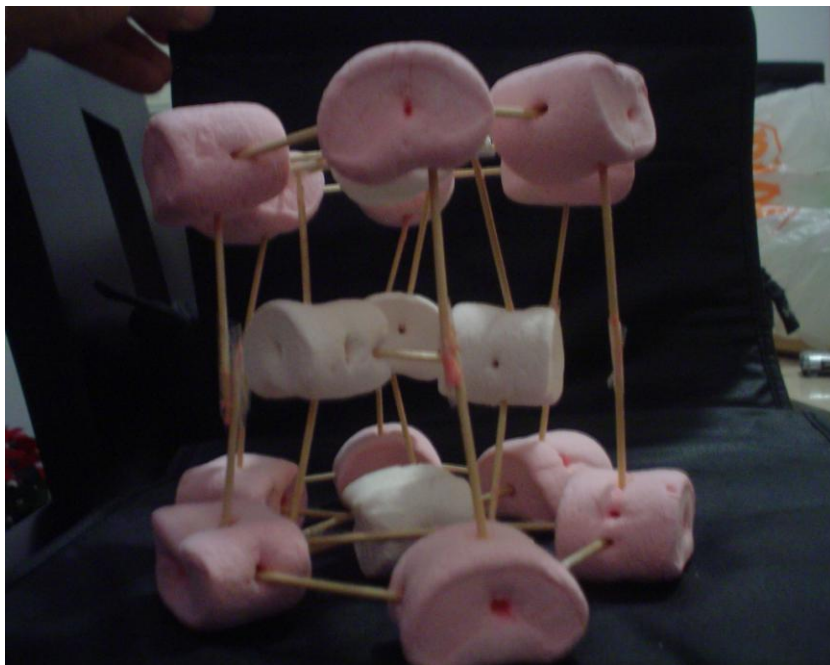
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 36 a), b), c), d), e) y f) muestran la formación de una estructura HCP completa

AMPLIANDO INFORMACIÓN

Los átomos se comportan como si fueran esferas sólidas, átomos de diferente naturaleza química se representan por esferas de diferente tamaño (Figuras 37 y 38).

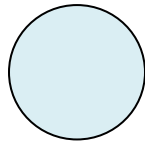


Figura 37. El átomo de hierro tiene un radio atómico de 0.124 nm y un número atómico de 26 (www.acienciasgalilei.com).



Figura 38. El átomo de carbono tiene un radio atómico de 0.071 nm y un número atómico de 6 (www.acienciasgalilei.com).

Los átomos se unen entre sí para formar el material (figura 39).

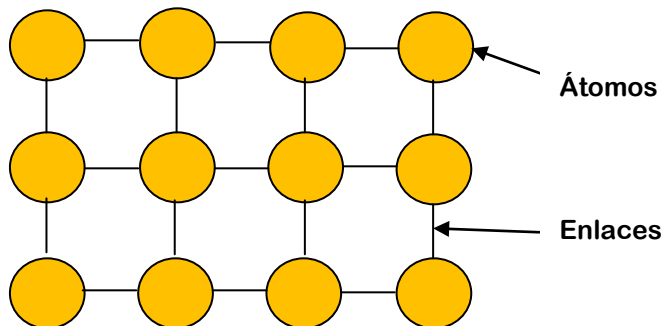


Figura 39. Los átomos de un material están unidos por enlaces (www.acienciasgalilei.com).

Dependiendo del material, los átomos tienen dos posibilidades para enlazarse:

1.- Los átomos no siguen ningún orden o un orden de corto alcance; el material es llamado amorfo.

2.- Los átomos siguen un ordenamiento de largo alcance; el material es llamado cristalino.

El arreglo de átomos que se muestra en la figura, la más mínima porción de estos, contribuye al estudio de las diferentes estructuras cristalinas. Ver figura 40.

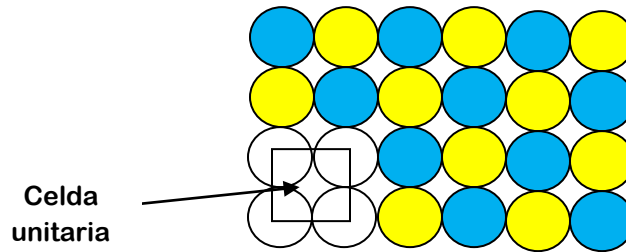


Figura 40. La celda unitaria que se muestra, se representará en formas diversas (www.acienciasgalilei.com).

Los materiales son tridimensionales, por lo que las celdas unitarias son también tridimensionales y esta es la forma en la que se va a llevar a cabo este trabajo. La mayoría de los metales comunes, corrientes cristaliza en una de las tres estructuras cristalinas siguientes:

- a) Cúbica Centrada en las Caras.
- b) Cúbica Centrada en el Cuerpo.
- c) Hexagonal Compacta.

A) CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS

Poseen átomos localizados en los vértices de la celda unitaria y en los centros de todas las caras de la celda. Al intentar formar una figura con átomos en los

vértices de un cubo y un medio átomo en los centros de cada cara del cubo; la figura 41 representa la geometría antes mencionada.

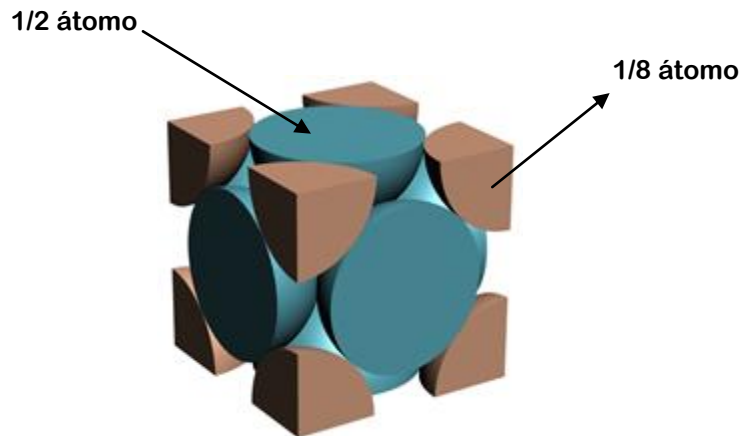


Figura 41. Representación de una estructura cristalina cúbica centrada en las caras (FCC) (images.google.com.mx).

Si se cuenta el total de los átomos presentes en esta estructura, se hace lo siguiente: El cubo tiene 8 vértices, lo que da como resultado 1 átomo por todos los vértices, más 6 caras por medios átomos da como resultado 3 átomos por las seis caras. Teniendo un gran total de 4 átomos en su estructura cristalina. Ejemplos de metales que cristalizan en esta estructura son el cobre, aluminio, plata y oro.

B) CÚBICA CENTRADA EN EL CUERPO

Esta estructura está representada por el mismo cubo con un octavo por vértice de átomo y un átomo en el centro, lo que totaliza fácilmente 2 átomos. La figura 42 representa la estructura que mencionamos. El cromo, el hierro y el tungsteno son algunos de los elementos químicos que presentan la estructura mencionada.

A continuación se hace un análisis del conteo de los átomos presentes en esta estructura.

8 vértices de $1/8$ de átomo cada uno = 1

1 átomo en el centro = 1

Total = 2 átomos.

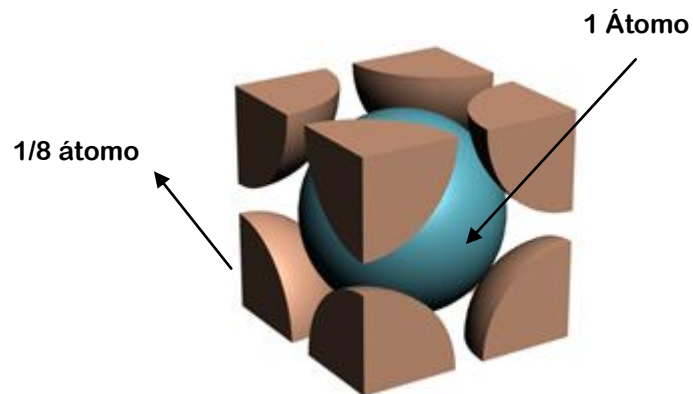


Figura 42. Estructura cristalina centrada en el cuerpo (BCC)
(images.google.com.mx).

HEXAGONAL COMPACTA

La cristalización no siempre es cúbica, por lo que algunas de ellas cristalizan en una estructura hexagonal compacta. La figura 43 se presenta la estructura mencionada, donde se puede observar la misma proporción de átomos contribuyentes tanto en la parte superior como en la inferior: un sexto de porción por cada uno, es decir 12 sextos, que da un total de 2 átomos; después se cuenta un medio átomo tanto en el centro superior como en el inferior, lo que suma un átomo. Finalmente se suman los tres átomos completos del interior del hexágono quedando sumando un total de 6 átomos.

Estas estructuras se presentan en titanio, magnesio, zinc, berilio, cobalto, circonio y cadmio. A continuación se expresa en forma más sintetizada el número de átomos de la estructura.

12 vértices (superior mas inferior) de 1/6de átomo cada uno	= 2
2 átomos (superior e inferior)de 1/2 de átomo cada una	= 1
3 átomos en el centro	= 3
Total = 6 átomos	

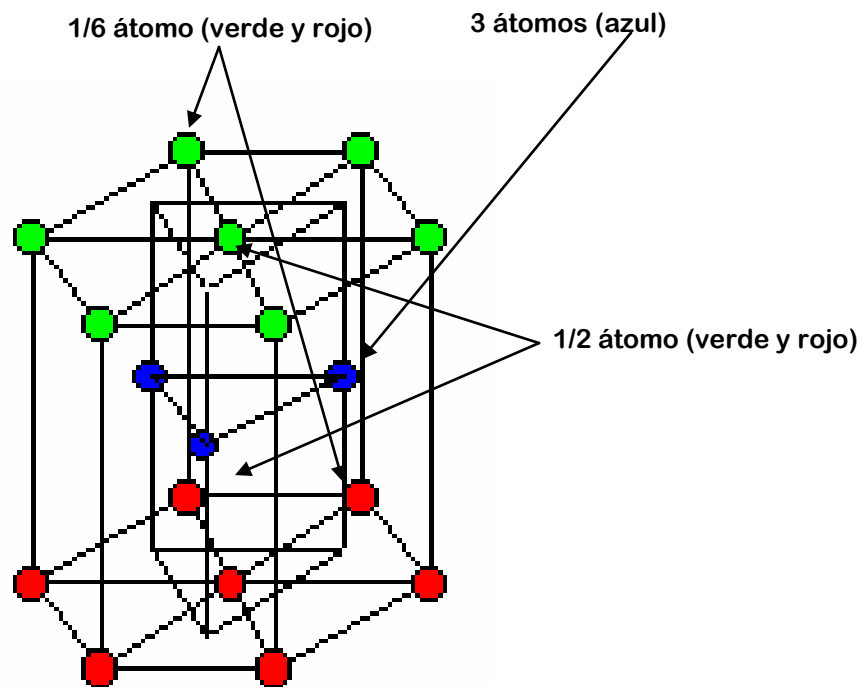


Figura 43. Estructura HCP
(images.google.com.mx).

ACTIVIDAD 4

OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD 4

El alumno diseñará y modelará un prototipo de los defectos de punto que se presentan en los materiales, enfocados principalmente en vacantes e intersticios, a través del estudio de sus respectivos conceptos y principios, mostrando un interés científico y responsabilidad en la aplicación de dichos conocimientos; en un ambiente de respeto con sus compañeros.

PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD:

El docente informa a los estudiantes, cual es el material con el que se va a trabajar en esta actividad, para el diseño y elaboración de su modelo. Contando para ello con: sopas de pasta (fideos y bolitas), lentejas, frijoles, arroz y alubias.

Se requiere estar integrado en equipos, trabajando en conjunto se planea el diseño de un modelo que represente una vacante e intersticio en una estructura. Una vez hecho el diseño, se buscan los materiales adecuados para la elaboración del modelo.

El docente apoya en la realización de dichos modelos y los guía para que consideren la información que aquí se anexa. En las siguientes figuras 44 y 45, se muestran las distintas representaciones de trabajos realizados por los alumnos para visualizar los defectos mencionados.



Figura 44. Muestra que los diferentes tamaños de lentejas, provocan vacantes e intersticios.

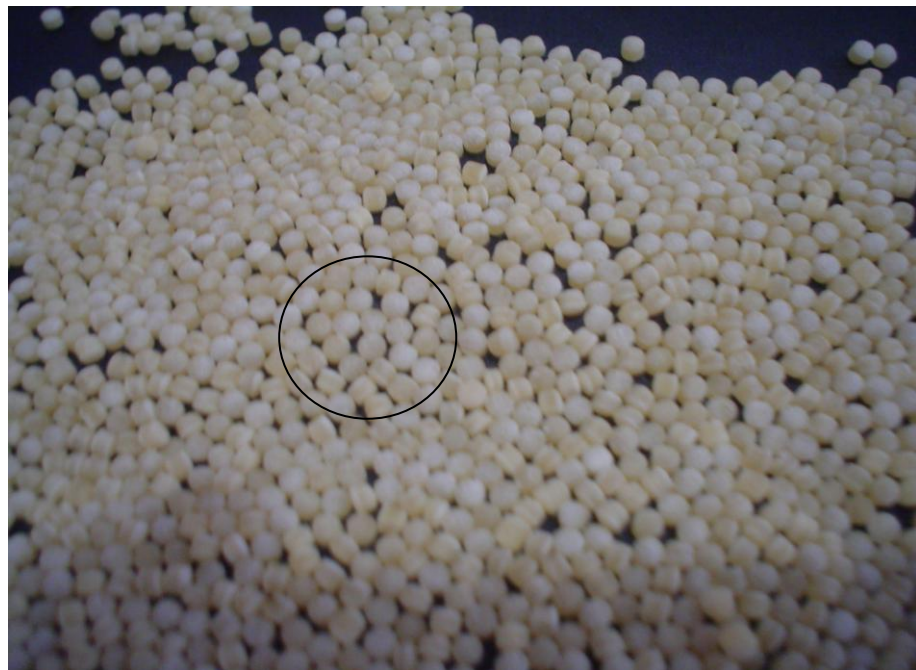
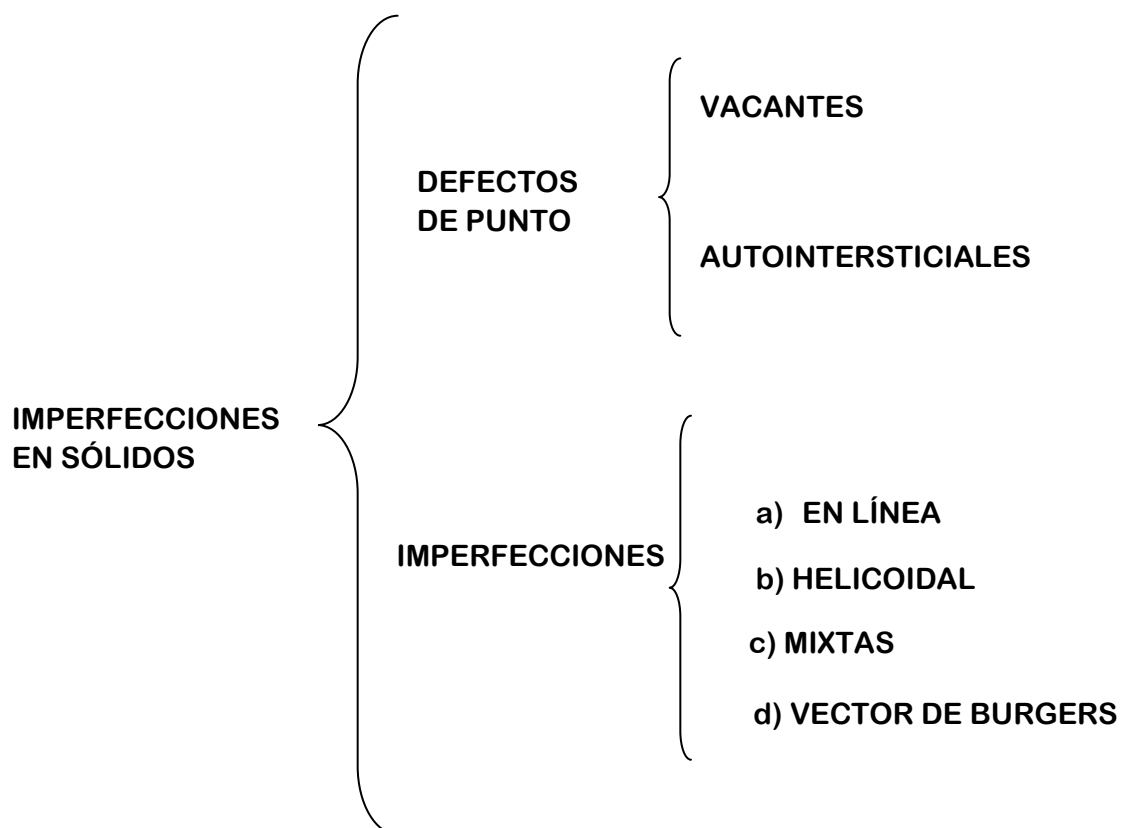


Figura 45 A diferencia de la lenteja, el tamaño de la sopa, difiere en muy poco una de otra, pero al final se marca la vacante.

AMPLIANDO INFORMACIÓN

IMPERFECCIONES EN SÓLIDOS

Hasta ahora todo de lo que se ha presentado hay un ordenamiento perfecto, pero un sólido ideal no existe. Todos tienen imperfecciones y un gran número de defectos de diferente variación. En este trabajo sólo se presentan algunos de estos defectos. De hecho, muchas de las propiedades de los materiales son muy sensibles al desvío de la perfección cristalina. Pero esto no siempre es negativo, sino que algunas características específicas se consiguen deliberadamente introduciendo cantidades controladas de defectos particulares. Considerando con ello la importancia de controlar y conocer materiales “defectuosos”, que muchas veces son esos los que se requieren para su uso. Los defectos en los cristales condicionan el comportamiento mecánico de los sólidos (personales.upv.es) (www.unalmed.edu.com). Para clasificar las imperfecciones cristalinas se realiza frecuentemente según la geometría o las dimensiones del defecto.



DEFECTOS DE PUNTO

VACANTES

Las estructuras cristalinas presentan espacios vacíos, donde originalmente había un átomo, esto se presenta durante la solidificación del material. La solidificación como nosotros la conocemos es un cambio físico del estado líquido al estado sólido producido por una disminución en la temperatura; pero que sucede en los metales.

Tanto la solidificación como las aleaciones es un importante proceso industrial ya que la mayoría de los metales se funden para moldearlos hasta una forma acabada o semiacabada. Donde cabe resaltar que la aleación es un proceso de calentamiento a más de dos metales integrándose uno al otro con nuevas propiedades. Con esto diremos que al suceder la aleación o la solidificación, las estructuras cristalinas no son idénticas a todo lo largo de los metales, y es aquí donde surgen las imperfecciones, pero también esto se da en las vibraciones desplazando los átomos de sus posiciones. Es la ausencia de un átomo en un nudo (unión empalme) de la red cristalina.

En un estado de equilibrio, el número de vacantes de un material depende de la temperatura. En la figura 46, se puede observar una estructura cristalina con una vacante.

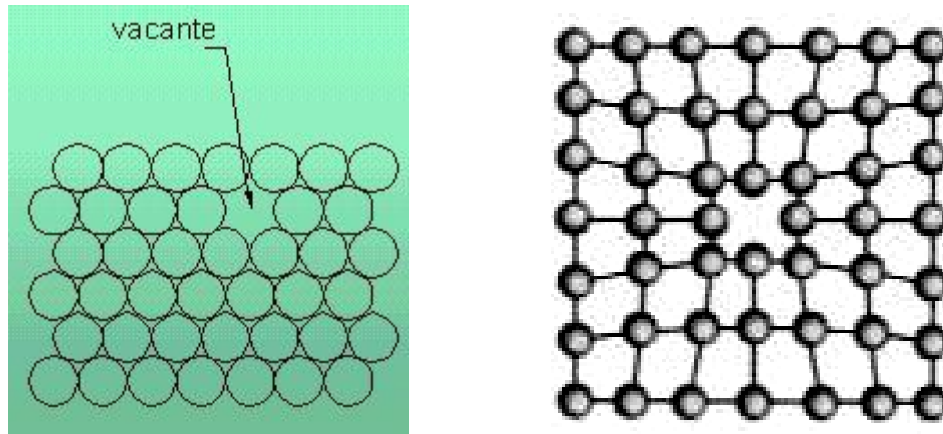


Figura 46. Las dos imágenes presentan un esquema de una vacante, observando en la segunda como modifica toda la estructura por la falta de un átomo (personales.upv.es) (www.unalmed.edu.co).

AUTOINTERSTICIAL

Definición de Intersticial: Relacionado o situado en los pequeños y angostos espacios existentes entre los tejidos o partes de un órgano (diccionario.babylon.com).

Es un átomo de un Cristal que se ha desplazado a un lugar intersticial, un espacio vacío pequeño que ordinariamente no está ocupado, y lo hace en un lugar donde no hay nudo de la red cristalina, en forma automática.

En los metales, los defectos autointersticiales introducen distensiones relativamente grandes en los alrededores de la red porque los átomos suelen ser muchos mayores que las posiciones intersticiales donde se sitúan. Por consiguiente, la formación de este defecto no es muy probable y existen en pequeñas concentraciones, significativamente menores que para las vacantes. En la figura 47 se puede observar un intersticio, entre la estructura de los átomos.

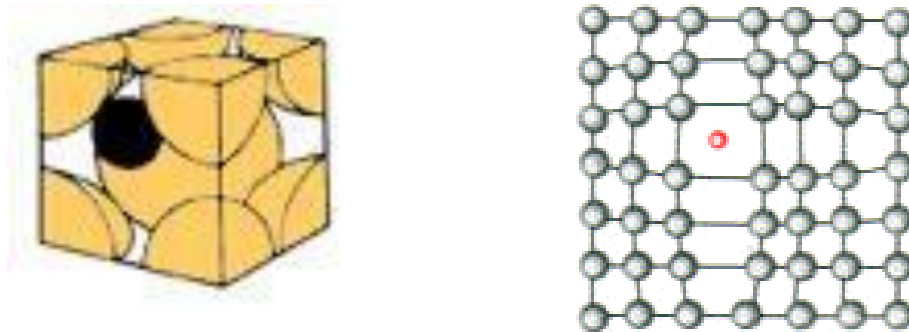


Figura 47. Las figuras muestran la presencia de un átomo, en diferente tamaño a los demás (www.unalmed.edu.com).

IMPERFECCIONES

DISLOCACIONES.

Una dislocación se presenta en una estructura cristalina perfecta, pero dentro de ella existe una especie de “tubo” que puede atravesar el Cristal; este tubo tiene dentro de él sus átomos desplazados unos de otros, por lo que puede presentar un orden en su estructura totalmente diferente a la de la estructura cristalina donde se encuentra.

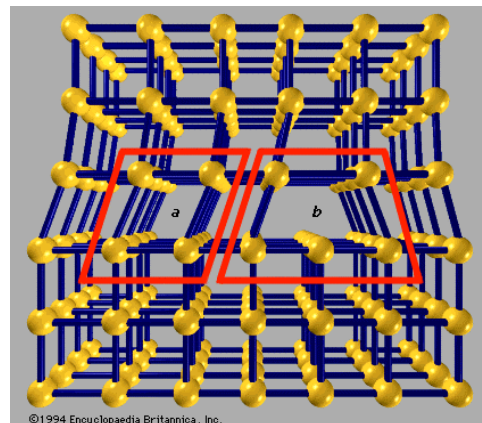
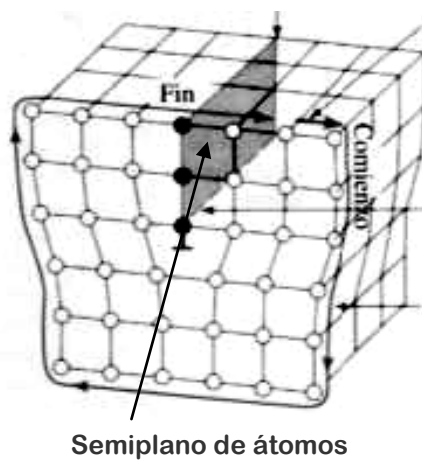
Sin embargo lejos de pensar que con esta imperfección el Cristal ya no sea perfecto, esto no es cierto. Si no estuvieran presentes las dislocaciones, una barra de hierro sería frágil y los metales no podrían ser moldeados por varios procesos tales como forjado. Es posible controlar las propiedades mecánicas de un metal o aleación interfiriendo con el movimiento de las dislocaciones.

Un obstáculo introducido dentro del Cristal evita que una dislocación se deslice a menos de que se aplique una fuerza muy grande.

DISLOCACIÓN EN LÍNEA.

Se crea por inserción de un semiplano adicional de átomos dentro de la red. En la figura 48, se muestra una dislocación de línea.

Los átomos del semiplano insertado se encuentran distorsionados. Los átomos por encima de la línea de dislocación, que se encuentra perpendicular al plano de la página, en el punto donde termina el semiplano insertado, se encuentran comprimidos y los que están por debajo, se encuentran apartados. Esto se refleja en la leve curvatura de los planos verticales de los átomos mas cercanos del extra semiplano. La magnitud de esta distorsión decrece con la distancia al semiplano insertado.



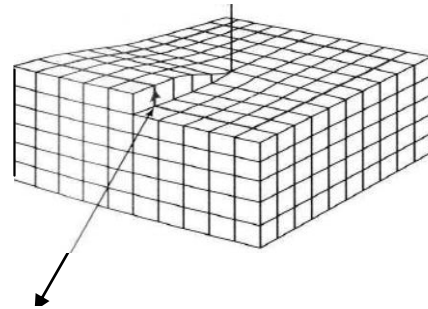
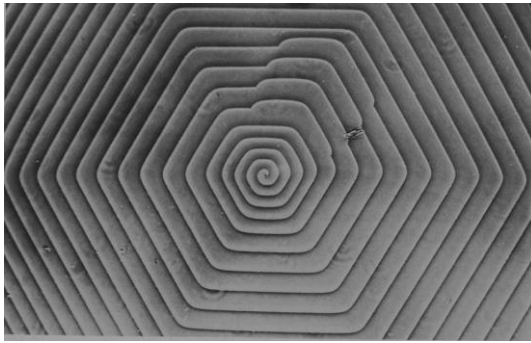
Vista interior de dislocación lineal

Figura 48. Dislocación de línea

(www.unizar.es/departamentos)(www.unalmed.edu.com).

a) DISLOCACIÓN HELICOIDAL.

Se forma al aplicar un esfuerzo cizallante, la parte superior de la región frontal del Cristal desliza una unidad atómica a la derecha respecto a la parte inferior. La figura 49 muestra como la dislocación crece en forma espiral, y en la foto contigua como termina sobresaliendo como un escalón más de átomos.



Escalón sobresaliente de la estructura

Figura 49. Dislocación helicoidal
(www.unizar.es/departamentos).

b) DISLOCACIONES MIXTAS

La mayoría de las dislocaciones que existen en materiales cristalinos no son propiamente lineales o helicoidales, sino que presentan componentes de ambos tipos. La figura 50, a continuación muestra la dislocación.

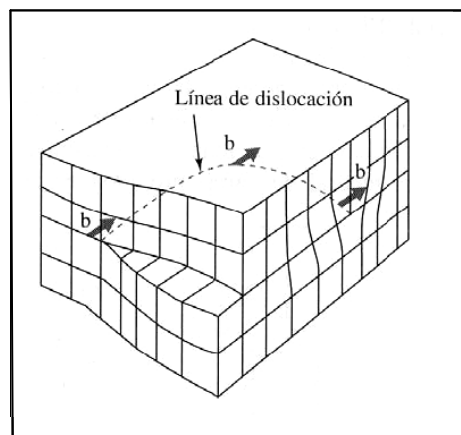


Figura 50. Dislocación mixta
(www.unalmed.edu.com).

VECTOR DE BURGERS.

El tamaño y la forma que adquiere después de una dislocación se expresa en función del vector de Burgers.

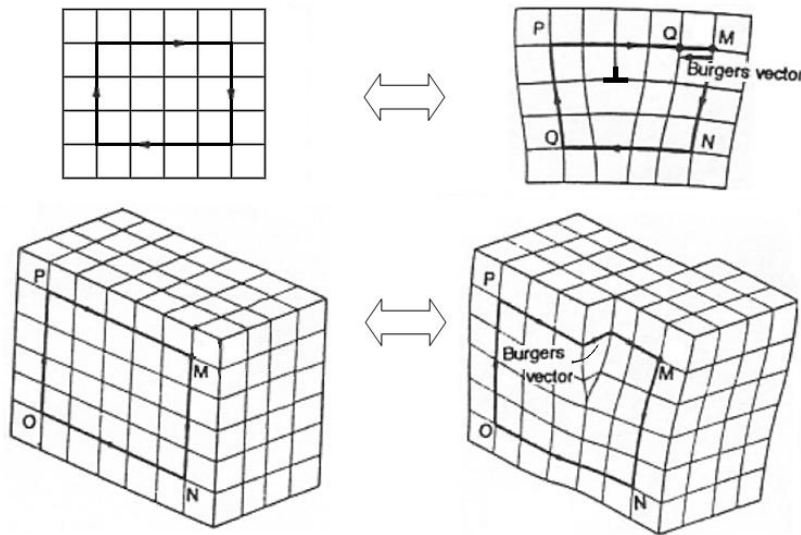


Figura 51. Vector de Burgers (en.wikipedia.org).

El vector de Burgers, en física del estado sólido, se define como aquel vector de la red, necesario para cerrar un circuito de Burgers que encierra una línea de dislocación. Si se traza un camino en una red atómica cristalina que recorra el mismo número de átomos en un sentido que en otro, para cada dirección (en.wikipedia.org).

En caso de que el Cristal sea perfecto entonces el camino se cerrará por sí mismo. En cambio, si el camino encierra en su interior una línea de dislocación, será necesario incluir un vector adicional para poder cerrarlo. Este vector es el vector de Burgers. Y no se puede comparar con ningún otro tipo de vector. En la figura 51, se muestra como marca el inicio de la dislocación y como el vector de Burgers lo cierra, aun pasando por la dislocación helicoidal. Para al final sumar el área cerrada; considerando el

tipo de figura que encierra, se resolverá sumando en forma directa o bien por cálculo integral si el área no es uniforme.

ACTIVIDAD 5

OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD 5

El estudiante por medio de un diseño y modelo, demostrará los límites de grano y las maclas, utilizando para dicho objetivo el material que se le proporcione, dentro de un marco de interés científico, competitividad y responsabilidad en la aplicación de conocimientos; en un ambiente de respeto entre sus compañeros.

PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD:

El docente indica el material con el que se cuenta para dicha actividad. Se realiza entre los integrantes de los equipos ya formados. El diseño es el principal requisito para lograr el éxito de modelo; se indica el objetivo de la actividad, demostrar los límites de grano en un material y las maclas que presenta. Al terminar el diseño, se indica el lugar donde se encuentran los materiales, para iniciar con el modelo. Contando para ello con: lentejas, fideos, picadientes, dominó, bloques de madera y piezas de plástico de juguete (iguales).

Una vez terminado el modelo, se pide a los integrantes de cada equipo, exponer su trabajo, y al mismo tiempo propiciar una discusión asertiva, guiada, del por qué de su modelo; todo esto por parte del docente.

Las figuras 52, 53 y 54, que a continuación se presentan, muestran los modelos representativos de los límites de grano y las maclas.



Figura 52. Muestra los límites de grano, con fideos.



Figura 53. Las lentejas, contribuyeron para visualizar los límites de grano.



(a)



(b)

Figura 54. Un dominó nos facilita la apreciación de unas maclas (a) y (b).

AMPLIANDO INFORMACIÓN

a) Defectos Interfaciales.

1.- Límites de grano.

Los defectos interfaciales son límites de grano que tienen dos direcciones y normalmente separan regiones del material que tienen diferentes estructuras cristalinas.

El límite de grano es una zona estrecha en la cual los átomos no están uniformemente separados, o sea que hay átomos que están muy juntos causando una compresión, mientras que otros están separados causando tensión. De cualquier forma los límites de grano son áreas de alta energía y hace de esta región una más favorable para la nucleación y el crecimiento de precipitados. Ver figura 55 (www.unalmed.edu.com).

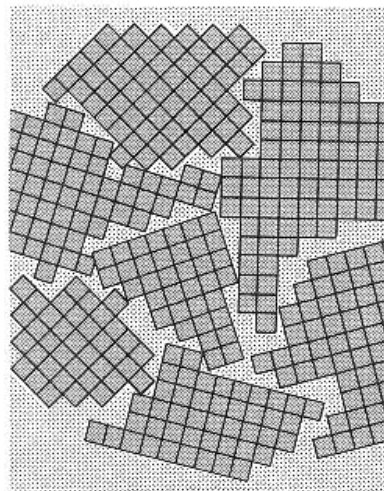
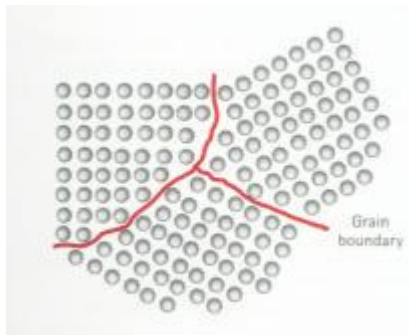


Figura 55. Límites de grano
(www.unalmed.edu.com).

2.- Límites de Maclas.

Una macla es un tipo especial de límite de grano en el cual los átomos de un lado del límite están localizados en una posición que es la imagen especular de los átomos del otro lado (www.unalmed.edu.com).

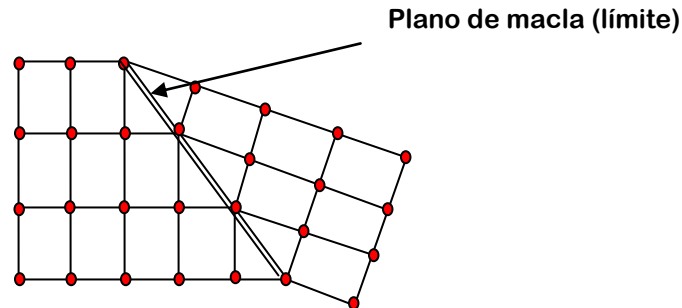


Figura 56. Límite de macla
(William D. Callister, 2007).

En la figura 56, se muestra un límite de macla. Las maclas se generan por desplazamientos atómicos producidos al aplicar fuerzas mecánicas cizallantes (maclas mecánicas) y también durante tratamientos térmicos de recocido posteriores a la deformación.

El recocido es el tratamiento térmico que, en general, tiene como finalidad una temperatura que permita obtener metales más blandos y ganar firmeza, generalmente son aceros, pues estos son más mecanizables, cuidando que el enfriamiento sea lo suficientemente lento como para que se desarrollen todas las reacciones completas. La temperatura de calentamiento está entre 600 y 700 °C.

V IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE CRISTALOGRAFÍA

Se ve la necesidad de impartir éste módulo, con la finalidad de que los alumnos, además de conocer los conceptos científicos, los puedan ver y aplicar con objetos que se encuentren a su alrededor.

Para la implementación del módulo, es necesario contar con una preparación exhaustiva por parte del docente, es decir prepararse con todos los posibles cuestionamientos y argumentos que el alumno pueda hacer, para poder cubrir la mayoría de estos. Pensando en todo momento hacer transversal la información entre las ciencias que el MWM maneja, como son: Matemáticas, Física, Biología y Química.

PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE CRISTALOGRAFÍA

PROCEDIMIENTO INICIAL:

1.-Se solicita la participación de 25 a 30 alumnos, entre 16 y 17 años de sexo indistinto. **APLICACIÓN:** Se presentan 20 alumnos.

2.-Se aplica un examen de diagnóstico, con la finalidad de concentrar los conceptos que se manejarán a lo largo del módulo. Se considera un tiempo de 10 minutos. **APLICACIÓN:** Los resultados del examen son de 1 a 2 buenos de 10 que se realizaron. Se utilizaron 15 minutos.

3.-El docente con alguna dinámica grupal logra que se presenten los alumnos entre sí. Se toman 10 minutos. **APLICACIÓN:** El docente dice su nombre, el contiguo a él repite el del docente y ahora dice su nombre, el siguiente dice el nombre del docente y luego el del siguiente compañero y ahora el de él, así sucesivamente hasta presentarse todos. 12 minutos.

4.- Se transmite la primera información al alumno, cuidando en todo momento no estar saturada, es decir, poca información, (repetitiva incluso) con la finalidad de que el alumno capte el mínimo suficiente.

LA PRIMERA ACTIVIDAD. Se realiza considerando equipos de 5 alumnos. El apoyo que el docente proporciona al alumnado, es solo de guiador, lo que se pretende es que con la información que se proporciona el estudiante sea capaz de modelarla.

En la actividad número uno, el alumno busca cristales; previo se le entrega un formato con los requerimientos para dicha actividad. Se otorga un tiempo de 15 minutos.

APLICACIÓN: Los resultados fueron bastante satisfactorios, la mayoría supo cómo llenar el formato, se pudo identificar de las imágenes estructuras cristalinas, estructuras amorfas y ejes de simetría. Además de identificar el lugar en donde se encontraban. Después del llenado del formato, se hizo una exposición de los formatos en forma verbal. Lo que el docente aprovecha aquí es una breve discusión de las respuestas y sobre todo el porqué se deciden a contestar de esa forma, logrando con ello una retroalimentación de los conceptos. Se utilizaron 20 minutos

LA ACTIVIDAD DOS. Consiste en el diseño y realización de los modelos que representen una estructura cristalina, una amorfa y una celda unitaria. Se proyecta información en forma verbal y con material representado en Power Point. Para elaborar la actividad, es necesario indicar en todo momento que el diseño de sus estructuras es el éxito de su modelo. El material que se proporciona para la elaboración de las estructuras consiste en: bombones y palillos.

APLICACIÓN: El diseño fue básico para la elaboración de las estructuras, pues de los equipos de trabajo que hicieron diseño, fueron los mejores modelos. Se proporciona apoyo nuevamente, por parte del docente, propiciando un ambiente de competencia entre los mismos equipos, para lograr un mejor modelo. Al final se hizo una presentación de los modelos y se pidió un comentario por parte de los demás equipos, respecto a cuál estructura había sido la mejor. Para la actividad se empleó un tiempo de 15 minutos.

LA ACTIVIDAD TRES. Consiste en diseñar y elaborar las tres principales estructuras cristalinas: FCC, BCC y HCP, contando con un proyector de imágenes y la explicación del docente, para dar a conocer la información acerca de las estructuras, además de realizar el conteo de átomos presentes en las estructuras mencionadas. Para la elaboración de la misma, se proporciona: bombones y palillos (y se pueden utilizar los de la actividad anterior). Se otorga un tiempo de 20 minutos.

APLICACIÓN: Los resultados que de aquí se obtuvieron fueron sorprendentes, y ya que algunos alumnos que en cuestión de minutos pudieron contar los átomos de las dos primeras estructuras, y lo mejor de esto, que lo podían explicar a los demás con mucha facilidad. Se presentó dificultad para contar el número de átomos en la HCP, así como su modelo. Pero al final se logró realizar. El tiempo se alargó a más de 50 minutos.

LA ACTIVIDAD CUATRO. Consiste en reproducir el material que el docente proporciona, los defectos de punto que se presentan en los materiales, enfocados principalmente en vacantes e intersticios. Se solicita que el alumno en equipo elabore un diseño de lo que se le pide. Se transmite información en forma verbal y por medio de un proyector de imágenes. El material que se le proporciona al estudiante consiste en: sopas de pasta (fideos y bolitas),

lentejas, frijol, arroz y alubias. El tiempo estimado para la actividad es de 25 minutos.

APLICACIÓN: El desarrollo de la actividad se mostró bastante interesante, por las tantas respuestas que ellos mismos se dan. Nuevamente el diseño marca de inmediato la diferencia de cada representación de la actividad. El tiempo fue de 30 minutos. Además de la representación se pidió mostrar sus modelos y comentar cada uno de los equipos sobre el trabajo de los demás. Todo esto con la finalidad de retroalimentar al grupo.

LA ACTIVIDAD CINCO. Se quiere demostrar los límites de grano y las maclas, utilizando para dicho objetivo el material que se le proporcione. Previo a la actividad se le pide diseñar la demostración de la actividad. Se le proporciona información necesaria para dicha actividad, en forma verbal así como proyecciones digitales. El material necesario para la demostración, se enlista, para que el alumno logre su diseño con esos materiales.

El que se utiliza es: lentejas, fideos, palillos, dominó, bloques de madera y piezas de plástico de juguete (iguales). El tiempo estimado para la actividad es de 35 minutos.

APLICACIÓN: El desarrollo de la actividad se mostró con mucho interés por parte de los alumnos, todos hacían su diseño antes de utilizar los materiales. Punto a favor, pues lograron captar la necesidad de planear lo que se quiere lograr. La mayoría desarrolló varios modelos con los diferentes materiales que se le proporcionaron. Al final se premió a quien logró el modelo más original. El tiempo que se consumió fue de 40 minutos.

En cada actividad, por parte del docente, se llevó una bitácora, en la cual se hicieron anotaciones pertinentes para una próxima reproducción.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1.- La implementación del módulo de Cristalografía fue bastante satisfactoria, pues se aplicó a los alumnos el mismo examen de diagnóstico, lográndose aciertos de 9 a 10, en lugar de 1 a 2.

2.- Además de la habilidad que se adquirió en el diseño, planeación y manejo de cada actividad, se consideró en todo momento la gran utilidad que proporciona la información y el uso que de ella se obtiene, así como el cruce entre las ciencias.

3.- La socialización que se da para la realización de las prácticas, sin duda alguna es palpable, la competencia se puede medir por ellos mismos, el conocimiento mínimo suficiente se supera en mucho.

Los costos para la implementación del Módulo de Cristalografía, para 20 a 25 alumnos, fueron entre 150.00 Y 200.00 (ciento cincuenta y doscientos pesos 00/100 M.N.)

Considerando 4 paquetes de sopa de pasta (diferentes), 1 bolsa de frijol, 1 bolsa de lentejas, 1 bolsa de alubias, 4 bolsas de bombones, 2 paquetes de palillos de madera y un poco de cinta adhesiva.

No se consideró la compra del dominó y piezas de plástico; que normalmente se cuenta con ellos en casa.

RECOMENDACIONES

1.- Los alumnos consideraron el método bastante interesante y recomendaron aplicarlo constantemente en los períodos normales de clases, el número de alumnos es sin duda un impedimento, pues normalmente son grupos de 50 alumnos o más. Pero se podría citar por mitades.

2.- Los materiales que se eligieron fueron bastante económicos, y consideraron utilizar dulces de gomitas a la par de los bombones.

3.- El tiempo, como siempre, lo consideraron corto para cada actividad. Recomendando entre semana enviar información acerca de los temas.

4.- Solicitaron además, utilizar el programa de Auto Cad para la representación de estructuras.

REFERENCIAS

Alonso, J (1998) *Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar*. Madrid: Santillana.

bibliotecadigital.ilce.edu.mx (s.f.) Obtenido de
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/104/htm/sec_6.htm

biblioteca.itam.mx Obtenido de
<http://biblioteca.itam.mx/estudios/estudio/letras39-40/texto09/texto09.html>

Dewey, R. W (1993). Pragmatismo y pedagogía. Perspectivas. revista trimestral de educación comparada Vol. XXIII No 1. UNESCO , 289-305.

diccionario.babylon.com Obtenido de
<http://diccionario.babylon.com/INTERSTICIAL>

en.wikipedia.org Obtenido de
http://en.wikipedia.org/wiki/Burgers_vector

es.wikipedia.org (2007). Obtenido de
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_educaci%C3%B3n_de_Alemania

Fosnot, C. T., *Enquiring teachers, Enquiring learners: A constructivist approach for teaching*, 1989, New York, Teachers College Press.

Fullat, O (1988). *Filosofía de la Educación* . Vicens-Vives, Barcelona , 154 .

Hernández Fernando, *Del constructivismo cognitivo al constructivismo crítico una lectura dialógica del constructivismo*, 1994.

images.google.com.mx Obtenido de
http://images.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.esi2.us.es/IMM2/estructuras_cristalinas/3-cristales_metalicos/3-

Kanz, H (1993). Kant y la pedagogía Perspectivas. revista trimestral de educación comparada Vol. XXIV No 4 , 837-854.

Munari, A (1994). De la aventura de la OIE a los principios educativos de Piaget. Perspectivas. revista trimestral de educación comparada Vol. XXIV No 2. UNESCO , Pp 315-332.

Novak, J. y Gowin. D (1988) Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca.

Pain Sara, Aprendizaje y Educación, Ed. Nueva Visión, 1989, Buenos Aires Argentina

personales.upv.es Obtenido de
<http://personales.upv.es/~avicente/curso/unidad3/defectos.html>

polaris.esfm.ipn.mx Obtenido de
http://polaris.esfm.ipn.mx/~fcruz/ADR/Cristalografia/DEFECTOS%20INTERFACIALES%20O%20SUPERFICIALES_2006.pdf

redalyc.uaemex.mx (2001). Obtenido de
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=26623318>

Soëtard, M (1994). La filosofía de la educación en Rosseaou. Perspectivas. revista trimestral de educación comparada Vol. XXIV No 4, UNESCO , 435-448.

superior.(2008), S. d (17 de Noviembre de 2009). www.sems.gob.mx.
Recuperado el 17 de 1 de 2010, de de <http://www.sems.udg.mx/rib->

William D. Callister, J (2007). The Structure of Crystalline Solids. Materials Science and Engineering An introduccion. New York,USA: John Wiley & Sons, Inc. Pp.40, 42,43, 82 y 94.

www.acienciasgalilei.com Obtenido de
http://www.acienciasgalilei.com/qui/pdf-qui/estruct_cubica.pdf

www.aprendemas.com (2 de 2006). Obtenido de
<http://www.aprendemas.com/Reportajes/P1.asp?Reportaje=505>

www.cimav.edu.mx (8 de 2005). Obtenido de
<http://www.cimav.edu.mx/data/files/posgrado/maestria-en-educacion-cientifica/01Antecedentes.pdf>

www.cuft.tec.ve Obtenido de
Ricardo Mariño Pardo, Hacia una noción de aprender a aprender: Factor estratégico motivacional del aprendizaje. Pp. 1-4.

www.gobiernodecanarias.org/educacion (10 de 1990). Obtenido de
<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/9/Usr/apdorta/ley/v0000100.htm>

www.ince.mec.es (2003). Obtenido de
<http://www.ince.mec.es/pub/pisa2003resumenespana.pdf>

www.misrespuestas.com (s.f.). Obtenido de
<http://www.misrespuestas.com/que-es-un-enlace-quimico.html>

www.mitecnologico.com (s.f.). Obtenido de
<http://www.mitecnologico.com/im/Main/EstructuraCristalina>

www.oei.es (2009). Obtenido de
<http://www.oei.es/quipu/cuba/cub09.pdf>

www.sems.gob.mx (2008). Obtenido de
http://www.sems.gob.mx/aspnv/video/RIEMS_Creacion_Sistema_Nacional_de_Bachillerato.pdf

www.sems.udg.mx (s.f.). Obtenido de
http://www.sems.udg.mx/ribceppems/ACUERDO1/Reforma_EMS_3.pdf

www.slideshare.net (26 de 9 de 2008). Obtenido de
<http://www.slideshare.net/carlossilvazac/acuerdo-442-sistema-nacional-de-bachillerato>

www.sobrereijos.com (s.f.). Obtenido de
<http://www.sobrereijos.com/TECNICA/relojes-elcristal.htm>

www.acienciasgalilei.com Obtenido de
http://www.acienciasgalilei.com/qui/pdf-qui/estruct_cubica.pdf

www.oei.es/ Obtenido de
<http://www.oei.es/quipu/espana/index.html>

www.scielo.cl Obtenido de
<http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716>

www.unalmed.edu.co Obtenido de
<http://www.unalmed.edu.co/~cpgarcia/Defectos1.pdf>

www.unesco.org Obtenido de

http://www.unesco.org/es/education/dynamic-content-single-view/news/albert_motivans_who_heads_education_statistics_at_the_unesco_institute_for_statistics_based_in_montr/back/9195/cHash/feaa2dfac0/

www.unesco.org Obtenido de

www.unizar.es/departamentos Obtenido de

http://www.unizar.es/departamentos/fisica_mat_condensada/people/fff/pmtsf/Defectos.pdf

www.xtal.iqfr.csic.es (s.f.). Obtenido de

<http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/>