

## Elaboración de material didáctico para el tema de enlace iónico en la currícula

**Alejandra Castro Lino**

Facultad de Ciencias Químicas BUAP  
[alcastro1228@yahoo.com.mx](mailto:alcastro1228@yahoo.com.mx)

**Lidia Meléndez Balbuena**

Facultad de Ciencias Químicas BUAP  
[lmbalbuana@hotmail.com](mailto:lmbalbuana@hotmail.com)

**Marco Antonio González Coronel**

Facultad de Ciencias Químicas BUAP  
[marantglezcor\\_10@hotmail.com](mailto:marantglezcor_10@hotmail.com)

**José Albino Moreno Rodríguez**

Facultad de Ciencias Químicas BUAP  
[albinomx@yahoo.com](mailto:albinomx@yahoo.com)

**Ismael Soto López**

Facultad de Ciencias Químicas BUAP  
[issolo2003@yahoo.com.mx](mailto:issolo2003@yahoo.com.mx)

### Resumen

Las investigaciones recientes en educación química muestran un interés creciente por hacer énfasis en la comprensión de los conceptos más allá de la memorización de algoritmos o datos (Niaz, 2001). Por ello es fundamental que la enseñanza de conceptos centrales para el estudio de la química, como es el tema del enlace iónico, tienda a la comprensión del fenómeno, de modo que tenga sentido para los estudiantes, y no solo se trate de aspectos sobre el contenido científico, sino también sobre la aplicación del conocimiento pedagógico, (Shulman, 1986,1987; Gess-Newsome y Lederman, 1999), con todos sus problemas, como la organización, el manejo de la clase, la selección de modelos, las estrategias de instrucción, el cuidado del discurso en la clase y las fuentes del conocimiento pedagógico personal, para finalizar con la selección de

estrategias de evaluación y así valorar el posible éxito o fracaso obtenido durante la aplicación del tema.

Por otro lado, se sabe que la preparación de un solo tema de clase puede llevar horas a un buen profesor ya que no se trata únicamente de pasar la vista someramente por algunos libros de texto que traten el tema al que va a enfrentarse junto con los estudiantes, sino de comprender a fondo las múltiples implicaciones que tiene el aprendizaje de dicho contenido. Además, hay numerosas dudas que le asaltan cotidianamente: ¿Qué debo hacer con mis estudiantes para ayudarlos a entender este concepto científico? ¿En qué materiales me puedo apoyar? ¿Qué conceptos es posible que mis estudiantes ya conozcan? ¿Cuáles otros pueden ser difíciles para ellos? (Moline- Dershimer y Kent 1999).

## Introducción

En la actualidad, adecuarse a los contenidos de los planes de estudios y elaborar un excelente material didáctico para cumplir con los objetivos del proceso enseñanza aprendizaje planteados por clase y por unidad, pareciera cosa sencilla; sin embargo, es necesario considerar la finalidad que contempla el trabajo académico en el aula, y para quien no lo conoce podría en un momento dado, en lugar de acercarse a los propósitos, alejarse y destruir la relación pedagógica tan esencial en dicho proceso de enseñanza aprendizaje.

A través del tiempo, al significado de material didáctico se le ha llamado de diversos modos: apoyo didáctico, recurso didáctico, medio educativo, solo por mencionar algunos; pero dentro de éstos, el más utilizado es material didáctico.

Se entiende por material didáctico al conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales, asumen como condición despertar el interés de los estudiantes, adecuarse a las características físicas y psíquicas de los mismos, facilitan la actividad docente al servir como guía; y asimismo, tienen la gran virtud de adecuarse a cualquier tipo de contenido.

La importancia del material didáctico radica en la influencia que los estímulos a los órganos sensoriales ejercen en quien aprende, es decir, lo ponen en contacto con el objeto de aprendizaje, ya sea de manera directa o dándole la sensación de que es indirecta. En otras palabras, se puede decir que son los medios o recursos que sirven para aplicar una técnica

concreta en el ámbito de un método de aprendizaje determinado, entendiéndose por método de aprendizaje el modo, camino o conjuntos de reglas que se utiliza para obtener un cambio en el comportamiento de quien aprende, y de esta forma potencie o mejore su nivel de competencia a fin de desempeñar una función productiva.

Para que la elaboración del material didáctico se refleje en un buen aprendizaje, es necesario considerar algunas características específicas que se mencionan a continuación:

Con respecto a los objetivos que se busca lograr; el material debe estar diseñado en la búsqueda de los mismos.

- Los contenidos deben estar sincronizados con los temas de la asignatura.
- Las características del diseño del material didáctico: las capacidades, estilos cognitivos, intereses, conocimientos previos, experiencia y habilidades requeridas para el uso de estos materiales (Muñoz, 2012)

## Metodología

La investigación y elaboración de los materiales didácticos se llevó a cabo para el tema “enlace iónico” de la materia de Química Inorgánica I del plan de estudios de la Facultad de Ciencias Químicas que fue aplicada a alumnos de cuarto cuatrimestre de la licenciatura de química, cuyo objetivo principal fue la comprensión del tema de enlace iónico, incluyendo sus subtemas, como son el modelo electrostático simple, estructuras cristalinas, energía de red cristalina, etcétera, de acuerdo a la secuencia temática que se lleva a lo largo del curso.

Tomando en cuenta que a los alumnos se les aplicó un cuestionario (anexo 1) de ideas previas, acerca de lo que es la ley de Coulomb, geometría básica, termoquímica y propiedades periódicas (potencial de ionización, electronegatividad y afinidad electrónica), se apreció el grado de desarrollo intelectual y las habilidades que podrían desarrollar a lo largo del curso, asimismo, se elaboró material didáctico como lecturas, juegos, presentaciones, diseños experimentales y presentación de diapositivas, propiciando también la observación, la discusión y el análisis, mediante lecturas de textos (Internet) y cuestionarios.

Las actividades y materiales que se aplicaron a los alumnos fueron los siguientes:

### **Ideas previas (anexo 1)**

Se aplicó el cuestionario de ideas previas al grupo en general, analizando cada respuesta, permitiendo así que el estudiante rectificara sus errores conceptuales tras identificarlos, ayudándolo a entrar en contacto con situaciones problema relacionadas con la temática del curso que va a desarrollar en las siguientes clases.

### **Presentación visual (anexo 2)**

Dentro de los materiales didácticos, la imagen ya sea en movimiento o fija, dibujo, esquema o fotografía, probablemente es el elemento más llamativo, dado que logra captar la imagen antes que cualquier texto. La imagen puede ser interpretada o comprendida de inmediato por cualquier persona independientemente de su género, edad y cultura.

Por medio de una presentación en Power Point se presentaron las diferentes estructuras cristalinas que iban a ser estudiadas a lo largo del curso. Se hizo bajo una planeación adecuada y considerando que los elementos visuales permiten expresar un mensaje destinado a producirse y transmitirse. Dicho medio visual apoyó a la clase, y con él se presentaron y analizaron todas las diferentes propiedades de las estructuras. Por su parte, los alumnos prestaron atención y observaron lo que se les mostraba, pudiendo formular preguntas en cada una de ellas.

### **Juego (anexo 3)**

Debido a que lo lúdico facilita el aprendizaje y a que es un conjunto de actividades agradables, cortas, divertidas, con reglas que permiten fortalecer los valores: respeto, tolerancia grupal e intergrupal, responsabilidad, solidaridad, autoconfianza, se aplicó uno diseñado para la clase. Se explicó a los alumnos que las reglas consistían en que el primer jugador debía seleccionar una carta del juego volteándola para verla, dejándola en su lugar. Luego, el mismo jugador voltea una segunda carta y en caso de que forme el par, recogerá dichas cartas y continuará destapando otras mientras se mantenga encontrando pares. En el caso de que las dos cartas seleccionadas por el primer jugador no sean las mismas, las cartas permanecen hacia arriba por unos pocos segundos, de manera que todos los jugadores las observen para tratar de recordar la imagen y la ubicación.

Enseguida, el segundo jugador repite la secuencia ejecutada por el jugador número uno y así sucesivamente, hasta que todos los jugadores hayan participado. Los alumnos, además de disfrutar del juego, aprenderán a reconocer y nombrar algunas de las estructuras cristalinas más conocidas.

#### **Taller anexo (4)**

Se aplicó un taller educativo en donde cada uno de los estudiantes se responsabilizó de hacer sus propias lecturas, las cuales fueron diseñadas para elaborar material didáctico: una serie de modelos hechos con bolas de unicel de diferentes tamaños y colores, siguiendo la guía que se les dio al inicio del curso, lo que permitió observar las diferentes estructuras cristalinas formadas para que, posteriormente, pudieran contestar el cuestionario en forma grupal y discutir los resultados con el profesor. Puesto que el taller permite relacionar la teoría con la práctica, fue presentado en dos partes. Para poder pasar a la segunda parte, el profesor tiene que presentar primero otros temas, como el ciclo Born-Haber, la relación radial,  $kps$ , entre otros.

#### **Lectura**

La práctica pedagógica debe estar estrechamente vinculada con las estrategias de lectura capaces de captar la atención y el interés del estudiante, y eliminar aquellas actividades rutinarias y pasivas que provocan que el alumno rechace la lectura, por lo que el propósito de esta es que los alumnos investiguen en la red seleccionando el tipo de lectura que les sea útil como fuente de información, entretenimiento y generación de nuevas ideas. De esa manera, el estudiante también expresa sus ideas y opiniones.

La práctica de la lectura amplía el vocabulario del lector, enriquece su expresión facilitando la comprensión y autorreflexión sobre el tiempo y el espacio que el individuo ha vivido o está viviendo. Pero ello, el alumno investiga y expone la lectura mostrando así los conocimientos adquiridos con la realización de un debate. (Lectura de Fritz Haber)

#### **Cuestionario y modelo (anexo 5)**

Debido a la naturaleza abstracta de los conceptos químicos y aunado al escaso desarrollo del pensamiento formal, a los estudiantes les resulta más difícil la representación mental de los iones o moléculas, tal es el caso de las estructuras cristalinas; tan importantes en la ciencia y la

tecnología, se requirió de la elaboración de un modelo físico como material didáctico con el cual los alumnos pudieran visualizarlo y manipularlo de forma grupal, llevándolos a la interacción y a la discusión para contestar los cuestionarios dados inicialmente.

### **Resolución de problemas (anexo 6)**

Los estudiantes desempeñan un papel activo en la resolución de un problema, el cual tiene más de una alternativa de solución, similar a lo que ocurre con los problemas del mundo real. Con esto se pretende descubrir lo que se necesita aprender, mejorar habilidades de comunicación, volverse más flexible en el procesamiento de información y enfrentar obligaciones, por lo que se les pide hacer las siguientes actividades: leer y analizar el problema, para que el alumno verifique mediante la discusión su comprensión del tema, realizar una lluvia de ideas para tomar en cuenta las posibles teorías o hipótesis sobre las causas del problema o ideas de cómo resolverlo, hacer una lista de aquello que se conoce y de lo que no se conoce acerca del problema o situación para que luego se aclaren las dudas con el profesor y se presente en equipo un reporte final.

### **Resultados**

La elaboración del material didáctico aportó de manera fehaciente elementos que apoyaron al estudiante en su aprendizaje.

Se pretendió enseñar y aprender de manera más eficiente al ser cuidadosos con la revisión y elaboración de dichos materiales.

Al utilizarlos, no solo es necesario conocer su uso adecuado sino también guiar correctamente al estudiante para que no confunda el propósito de los distintos materiales didácticos.

## Bibliografía

Ausubel, D. P. (1976): *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Ed. Trillas. (Edición Original 1968. Educational Psychology: a cognitive view. New York: Holt).

Ausubel, David (1976). *Psicología Educativa: Un enfoque cognoscitivo*, México, Trillas.

Aguilar, Javier (1982). *Los métodos de estudio y la investigación cognoscitiva*, Enseñanza e Investigación en Psicología, México, vol. IX, núm.18.

Ausubel, D. P.; Novak J. D. Y Hanesian H. (1983): *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Ed. Trillas. (2da. Edición 1978. Educational Psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston).

Anderson, C. W., Sheldon, T. H. Y Dubay, J. (1990): The effects of instruction on college nonmajors conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (8), 761-777.

Asfolti, J. P. (1994): El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 12, pp. 206-216.

Banet, E. Y Nuñez, F. (1990): Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), pp. 105-111.

Banet, E. Y Ayuso, E. (1995): Introducción a la Genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenido de enseñanza y conocimiento de los alumnos. *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), pp. 137-153.

Brunner, Jerome. (1986) *Acción, pensamiento y lenguaje*, México: Alianza.

Carlos Zarzar Charur (1994). *Habilidades básicas para la docencia*. Décima cuarta reimpresión México: Editorial patria.

César Coll. (1991). *Psicología y Currículum*. Barcelona: Paidós.

Cuevas, Adrián Y M. Escobar (1984). *Aproximaciones teóricas para el análisis de la comprensión de la lectura*", *Foro Universitario*, México, núm. 44.

Charmeux, E. (1992). *Cómo fomentar los hábitos de lectura*. Barcelona: Aula Práctica.

Gagné, R. (1974) *Las condiciones del aprendizaje*, Madrid, AGUILAR. 1975 Principios básicos del aprendizaje para la instrucción, México, Diana

Gess-Newsome, J. Y Lederman, N.G. (eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

José Gustavo Cárdenas Rivera, los recursos didácticos en un sistema de aprendizaje autónomo de formación nombre de institución: instituto pedagógico de estudios de postgrado

Lederman, N.G. (eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge*, pp. 21-50. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Maira Solé Desarrollo de la lectura mediante estrategias integradoras revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación" Volumen 5, Número 1, Año 2005

Morine-Dersheimer, G. Y Kent, T. (1999). The Complex Nature and Source of Teachers' Pedagogical Knowledge, en Gess-Newsome, J. Y

Sánchez Blanco, G. Y Valcárcel Pérez, M.V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 24, pp. 78-86.

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledgegrowth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

## Ideas previas Anexo 1

Cuestionario aplicado a los alumnos para observar las ideas previas.

1. Analiza y contesta: ¿de los siguientes compuestos cuál tiene mayor punto de fusión, el fluoruro de sodio o el bromuro de potasio?
2. ¿Cuál de los siguientes compuestos será más soluble en agua, yoduro de cesio u óxido de calcio?
3. Dados los elementos A, B y C de números atómicos 11, 13 y 17, respectivamente, analiza:
  - a) Su configuración electrónica.
  - b) Tipo de enlace de los compuestos obtenidos al combinarse los elementos A-C; C-C y B-C.



4. Supongamos que los sólidos cristalinos de cada uno de los grupos siguientes cristalizan en la misma red:

(1) NaF, KF, LiF.

(2) NaF, NaCl, NaBr.

(3) MgS, CaS, analiza:

a) ¿Cuál es el compuesto de mayor energía reticular de cada grupo?

b) ¿Cuál es el compuesto de menor punto de fusión de cada grupo?

5. Dados los elementos A, B y C de números atómicos 19, 17 y 12, respectivamente, indica:

a) La estructura electrónica de sus respectivos estados fundamentales.

b) El tipo de enlace formado cuando se unen A y B.

6. Indica la estructura electrónica de los elementos cuyos números atómicos son: 11, 12, 13, 15 y 17. Razona la naturaleza de los enlaces que darían:

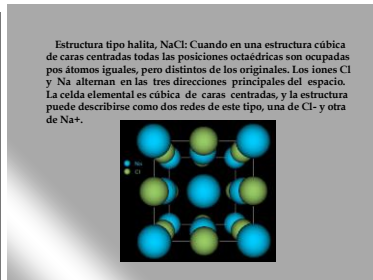
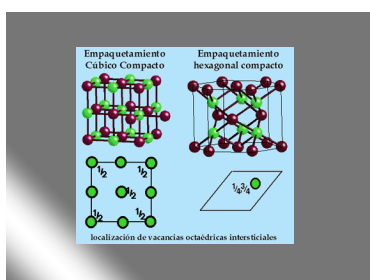
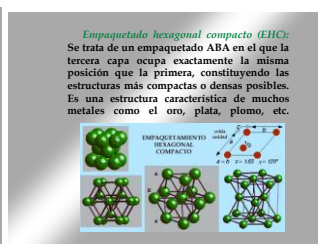
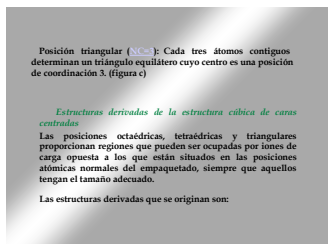
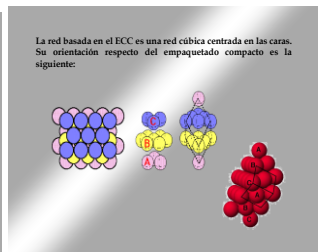
a) El del número atómico 11 con el de número atómico 17.

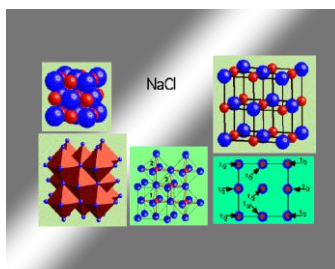
b) El de 12 con el de 17.

c) El de 13 con el de 17.

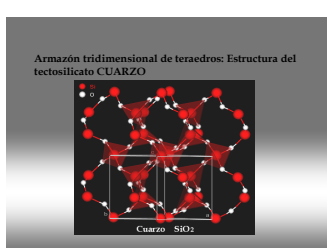
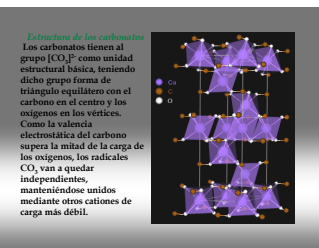
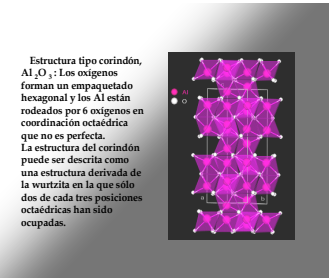
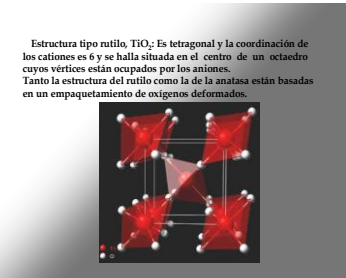
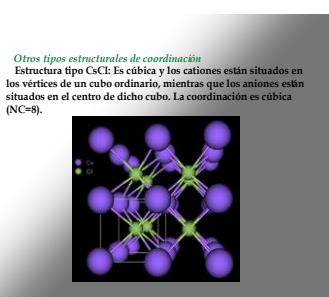
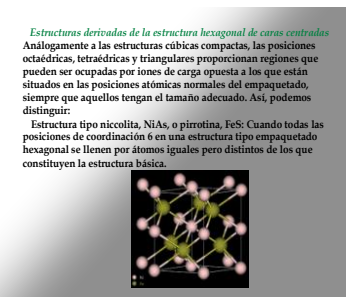
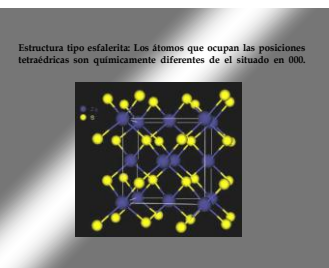
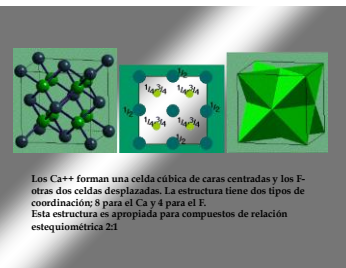
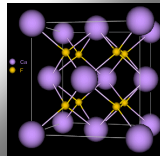
d) El de 15 con el de 17.

## Presentación visual Anexo 2

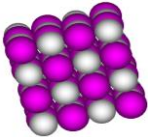
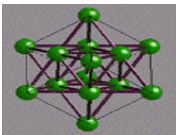
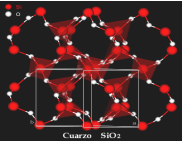
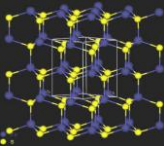
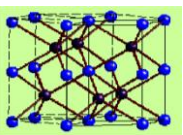
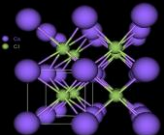

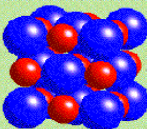
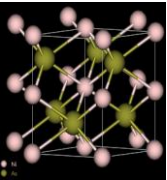
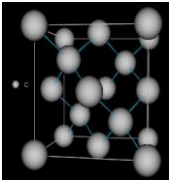
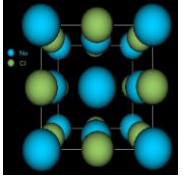
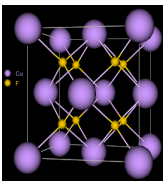
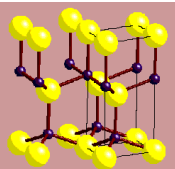
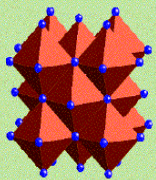
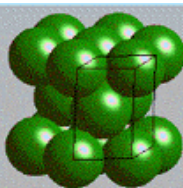
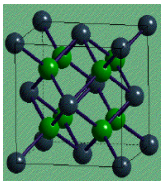




Estructura tipo fluorita,  $CaF_2$ : Cuando en una estructura cúbica de caras centradas se llenan todas las posiciones tetraédricas por otros átomos, idénticos entre sí. Cada  $Ca^{++}$  se halla en el centro de un cubo cuyos vértices están ocupados por F-. Estos, a su vez, están en el centro de un tetraedro cuyos vértices lo ocupan sendos  $Ca^{++}$ .



Juego Anexo 3 Juego memorama

	<b>ESTRUCTURA DEL CLORURO DE SODIO</b>		<b>Empaquetado (ECC)</b> ABC en el que la tercera capa cubre los huecos de la primera que no han sido cubiertos por la segunda
	<b>Estructura tridimensional de tetraedros: Estructura del tectosilicato CUARZO</b>		<b>Estructura tipo wurtzita.</b> Se origina debido a que la distribución de posiciones tetraédricas en el empaquetado hexagonal es tal que sólo se pueden llenar la mitad de ellas.
	<b>Estructura equivalente hexagonal del CICs cúbico.</b> Formada por un átomo del metal en cada uno de los vértices de un cubo y un átomo en el centro.		<b>Estructura tipo cúbica</b> Los cationes están situados en los vértices de un cubo ordinario, mientras que los aniones están situados en el centro de dicho cubo.
	<b>Estructura cúbica centrada en las caras</b> Está constituida por un átomo en cada vértice y un átomo en cada cara del cubo		La estructura al igual que otros compuestos iónicos simples, tiene un ordenamiento regular de iones positivos y negativos
	<b>Estructura tipo niccolita o pirrotina</b> Cuando todas las posiciones de coordinación 6 en una estructura tipo empaquetado hexagonal se llenen por átomos iguales pero distintos de los que constituyen la estructura básica.		<b>En la estructura cristalina (ordenada) Diamante</b>
	<b>Estructura tipo halita</b> Cuando en una estructura cúbica de caras centradas todas las posiciones octaédricas son ocupadas por átomos iguales, pero distintos de los originales.		<b>Estructura tipo CsCl</b> Es cúbica y los cationes están situados en los vértices de un cubo ordinario, mientras que los aniones están situados en el centro de dicho cubo. La coordinación es cúbica (NC=8).
	Este tipo estructural permite la sustitución de átomos distintos en la estructura básica e, incluso, aparecer estructuras con deficiencias atómicas.		<b>Cloruro de sodio</b>
	<b>Empaquetado hexagonal compacto (EHC)</b>		Los Ca <sup>++</sup> forman una celda cúbica de caras centradas y los F- otras dos celdas desplazadas. La estructura tiene dos tipos de coordinación; 8 para el Ca y 4 para el F.

#### Taller Anexo 4

Durante la segunda mitad del siglo XIX, los químicos comenzaron a examinar las propiedades de las sustancias en función de las supuestas estructuras de sus moléculas. En tiempos más recientes, a partir de 1912, han podido por fin obtener una información precisa sobre la estructura atómica de las moléculas y de los cristales de numerosas sustancias.

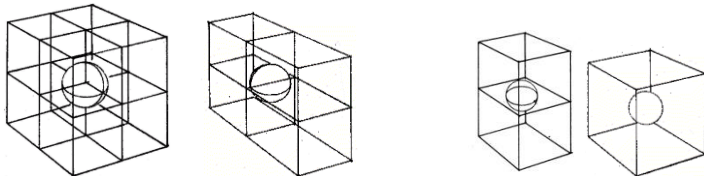
La mayoría de las sustancias sólidas naturales son cristalinas, a veces las partículas de una muestra sólida son cristales independientes, tales como los cristales cúbicos de cloruro de sodio en la sal de mesa, pero también es común encontrarse cristales independientes muy grandes; en algunos casos se han encontrado en la naturaleza, en minerales como el berilio, cristales de varios metros de diámetro.

Los sólidos no pueden entenderse tan bien como las unidades mucho más sencillas de la materia, los átomos y las moléculas. Sin embargo, existen algunas características simplificadoras de los sólidos que permiten una considerable comprensión acerca de la naturaleza. Una de estas características es la regularidad de la estructura de todos los sólidos cristalinos, a consecuencia de la cual un micro cristal completo consta de una repetición tridimensional de una unidad básica de átomos, iones o moléculas agrupadas de una forma fija. El agrupamiento de las partículas más sencillas dentro de un ensamble cristalino se llama red cristalina, cada una de un empaque tridimensional de bloques idénticos llamados celdas unitarias. Las propiedades de todo el cristal, incluyendo su simetría global, pueden entenderse en función de una celda unitaria.

La descripción de los cristales se ha sistematizado mediante el hallazgo matemático de que existe un número bastante pequeño de distribuciones de puntos idénticos, 14 para ser específicos, que llenan los requerimientos para que el agrupamiento extendido mediante simple translación, cubra todo el espacio tridimensional.

En la construcción de modelos de cristales, nos limitaremos a las estructuras del sistema cúbico, obviamente por ser una geometría muy conocida. Se utilizarán esferas de corcho o de espuma de poliestireno (que representan a los átomos o iones), ocupando los puntos de la red cristalina y manteniendo en mente que los electrones que rodean el núcleo no son rígidos y no poseen límites definidos.

Existen cuatro posibles tipos de puntos de red en el sistema cristalino cúbico: puntos en los vértices, en las aristas, en las caras y en el cuerpo. Una partícula en un vértice está siendo compartida por 8 unidades estructurales (celdas unitarias), en cambio, las esferas de las aristas se comparten por 4 celdas, las esferas de las caras son compartidas por 2 celdas y la esfera del cuerpo por estar dentro de la celda no se comparte. Ver las siguientes figuras.

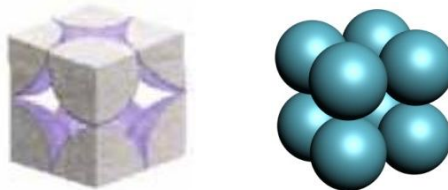


### Procedimiento

El primer procedimiento de este experimento consiste en la construcción de modelos de cristales de un solo tipo de átomos, tales como los metales o gases nobles en estado sólido. La segunda parte corresponde a compuestos iónicos.

#### Parte A. Sistema Cúbico Simple.

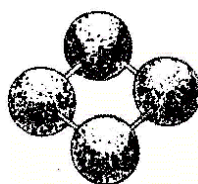
Pegue cuatro esferas de una pulgada en forma de un cuadrado. Ver figura. Es importante hacer notar que las esferas deben estar en contacto. Forme una segunda estructura cuadrada y péguela a la anterior.



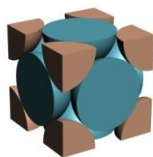
#### Parte B. Sistema cúbico centrado en el cuerpo.



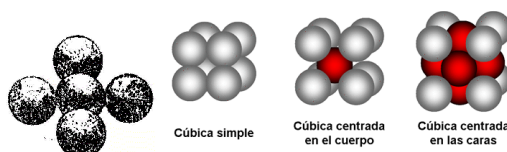
Ensamble dos grupos de esferas como se muestra en la figura. La distancia entre las esferas debe ser aproximadamente de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Coloque una esfera en el centro de una de las estructuras y coloque la otra en la parte superior. Las 8 esferas deben tocar a la que se encuentra en el interior.



Parte C. Sistema cúbico centrado en la cara.

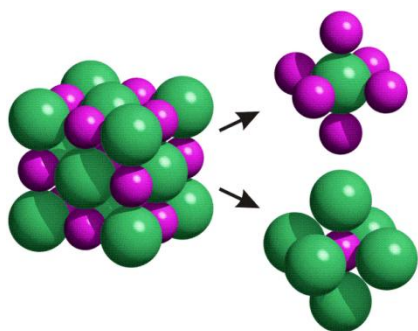


Ensamble una estructura cuadrado como la utilizada en el modelo anterior y además ensamble dos estructuras como las mostradas en la figura, a continuación utilice una de ellas como base, coloque la estructura de 4 esferas y coloque al final el segundo ensamble.



Parte D. Celda unitaria tipo cloruro de sodio.

El ión cloruro tiene aproximadamente el doble de tamaño que el ión sodio, por eso el modelo utiliza dos tipos de esferas de espuma de poliestireno, una de 1 pulgada y la otra de ½ pulgada. Ensamble dos estructuras como las mostradas en la figura y una estructura como la mostrada en la figura. Entonces coloque la estructura que tiene las esferas de ½ pulgada en las esquinas entre las otras dos estructuras.



Parte E

Construya un modelo cúbico donde el centro del cubo sea de una esfera de ½ pulgada y las esquinas de esferas de 1 pulgada.

Parte F

Construya un modelo cúbico en el cual el centro de cada cara tenga una esfera de ½ pulgada y en las esquinas esferas de 1 pulgada.

CUESTIONARIO

1. ¿Cuántas de cada una de las siguientes entidades geométricas hay en un cubo?

Caras \_\_\_\_\_

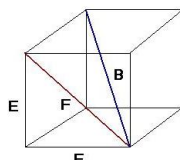
Esquina \_\_\_\_\_

Aristas \_\_\_\_\_

1. ¿Cuál es el volumen de una esfera en términos del radio?

2. ¿Cuál es el volumen de un cubo en términos de longitud de la arista?

3. ¿Cuál es la longitud de la arista E en un cubo, en términos de la diagonal de la cara F? (Use el teorema de Pitágoras).



4. ¿Cuál es la longitud de la cara diagonal F, del cubo, en términos de la diagonal del cuerpo B?

5. ¿Cuál es la longitud de la arista E en el cubo, en términos de la diagonal del cuerpo B?

PROPIEDADES IMPORTANTES DE LOS MODELOS REALIZADOS:

	cubo simple	cubo cuerpo centrado	cubo cara central
Número de celdas de cada modelo			
Número de celdas alrededor para encerrar 1 celda			
Fracción de esferas en la esquina de una celda			
Número de esferas que están en las esquinas de una celda			
Número de esferas en el centro del cuerpo de la celda	NA		NA
Fracción de esfera en la cara central de la celda	NA	NA	
Número de esferas en las caras centrales en la celda	NA	NA	
Total de esferas en cada celda			
Longitud de la diagonal del cuerpo en términos del radio de la esfera.			
Longitud de la diagonal de la cara en términos del radio			

Taller segunda parte

7. Longitud de la arista de la celda, en términos del radio.

8. Volumen en términos del radio  $(\frac{4}{3}) (\frac{4}{3}) (\frac{4}{3})$ .

9. Volumen a esferas en una celda. (n= No de esferas),  $(n)(\frac{4}{3})\pi r^3$

10. Volumen del espacio vacío en 1 celda.  $E^3 - (n)(\frac{4}{3})\pi r^3$

11. Porcentaje de espacio vacío en la celda.  $(n)(\frac{4}{3})\pi r^3 \times 100 / E^3$

DATOS DE LAS PARTES D A LA F

	D	E	F
Número completo de celdas por modelo			
Número de esferas de cada tipo de modelo			
NÚMERO DE ESFERAS GRANDES			
Esferas de esquinas			
Esferas de cara central			
Esferas de cuerpo central			
Esferas de aristas centrales			
Total			
NÚMERO DE ESFERAS PEQUEÑAS EN LA CELDA			
Esferas de esquinas			
Esferas de cara central			
Esferas de cuerpo central			
Esferas de arista central			
Total			
	§	@	&
Número de átomos en cada tipo de celda			



Fórmula empírica del compuesto			
--------------------------------	--	--	--

§: Esferas grandes  $\text{Cl}(\text{A})$ , Esferas Chicas  $\text{Na}(\text{B}^+)$  iones  
 &: Esferas grandes  $\text{Y}(\text{C})$ , Esferas Chicas  $\text{X}(\text{D})$  átomos  
 @: Esferas grandes  $\text{Z}(\text{E})$ , Esferas Chicas  $\text{W}(\text{F})$  átomos

- ¿Cuál de los tres tipos básicos de celdas contienen más espacios vacíos?
- ¿Cuál tiene menos espacios vacíos?
- El Ar sólido es un cubo con una cara central, si la arista de su celda mide  $4.79 \times 10^{-10}$  m. Calcula: a), b), c), d) su peso molecular es 39.45.
- El radio atómico del Ne =  $1.39 \times 10^{-10}$  m. Calcula la densidad del Ne sólido (cara central). Su peso molecular es =20.18.
- El peso molecular del sodio es 22.99 y el peso molecular del Cl es 35.45. Calcula la densidad.

### Cuestionario y Modelo Anexo 5



Acércate al modelo y observa en todas las direcciones del espacio, ¿se repite la estructura? \_\_\_\_\_

¿Qué representan las esferas verdes? ¿Y las rojas? \_\_\_\_\_

¿Cómo están dispuestas estas esferas? \_\_\_\_\_

¿Cuántas esferas verdes rodean en primera instancia a una esfera roja? ¿Y cuántas rojas rodean a una verde? \_\_\_\_\_

Dibuja la unidad más pequeña que se repite en esta red, indicando dónde se sitúan los dos tipos de esferas. Red Cristalina.

Observa la unidad del cristal que dibujaste. ¿Qué forma tiene? ¿Cómo se llama esta estructura? \_\_\_\_\_

¿A qué sustancia podría corresponder esta red cristalina? ¿Qué átomos o iones podrían representar cada una de estas esferas?

---

¿Qué otras estructuras cristalinas conoces? Cita algunas de ellas dibujando en cada caso la celdilla.

### **Resolución de problemas Anexo 6**

1.-Identifica el tipo de sólido (molecular, iónico, covalente o metálico) en el que se presenta cada uno de los siguientes compuestos o elementos.

- a) Boro elemental, es aproximadamente tan duro como el diamante, funde a 2300 °C y su conductividad eléctrica a temperatura ambiente es casi nula.
- b)  $\text{OSO}_4$  funde a 39.5 °C y ebulle a 130 °C; no conduce electricidad ni aun en estado fundido.
- c)  $\text{CaCO}_3$  es duro y brillante, a 900 °C y se descompone antes de fundir.
- d) La cera es suave y funde a bajas temperaturas, no conduce la corriente eléctrica en forma sólida ni en forma líquida.
- e)  $\text{Br}_2$  en estado sólido.
- f)  $\text{SiO}_2$
- g)  $\text{O}_2$  en estado sólido
- h)  $\text{H}_2$  en estado sólido
- i) Cu, Cobre elemental
- j)  $\text{CCl}_4$  en estado sólido
- k) C, carbono en la variedad de diamante.

2.- Analiza cada uno de los siguientes problemas.

- a) Cromo, cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo en la cual los átomos están en contacto a lo largo de la diagonal del cuerpo en la celda unidad; la arista de la celda unidad mide 288,4 pm. Calcula el radio atómico del cromo.
- b) Xenón, cristaliza en una estructura cúbica centrada en la cara; el lado de la celda unidad mide 620 pm. Calcula la densidad del xenón cristalino.
- c) Una solución sólida de carbono en un cristal de hierro cúbico centrado en la cara, tiene una densidad de  $8,105\text{g/cm}^3$ , si la arista de la celda mide 358 pm, calcula el porcentaje de carbono en la celda.
- d) La densidad del cloruro de sodio es de  $2,165\text{ g/cm}^3$  y cristaliza en un sistema cúbico cuya arista de celda unidad, mide 563 pm. Calcula el número de formulas de NaCl presentes en la celda unidad y di el sistema cúbico al que pertenece.
- e) Cloruro de sodio cristalino cristaliza como una celda cúbica cuyo lado mide 564,02 pm; cada celda unidad tiene 4 iones  $\text{Na}^+$  y 4 iones  $\text{Cl}^{1-}$ . Calcula la densidad.
- f) Un cierto compuesto cuya densidad es de  $4.56\text{ g/cm}^3$ , cristaliza según el sistema tetragonal, con las siguientes dimensiones para la celda unidad:  $a=458\text{ pm}$   $b= 658\text{pm}$  y  $C= 583\text{ pm}$ ; calcula el peso molecular del compuesto si la celda unidad contiene 4 moléculas del referido compuesto.
- g) Los siguientes parámetros de la celda unidad se determinaron para el siguiente compuesto inorgánico de fórmula molecular  $\text{C}_{12}\text{H}_{27}\text{O}_{11}\text{SP}_3\text{Cr}$ ;  $a= 1561\text{pm}$ ,  $b= 1532\text{pm}$ ,  $c= 1888\text{ pm}$ ;  $\alpha= \beta= \gamma=$

90,0°; densidad = 1,466 g/cm<sup>3</sup>. Determina la forma en que cristaliza el referido compuesto. (Ayuda  $V = abc [1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma + 2 \cos \alpha \cos \beta \cos \gamma]^{1/2}$ )

h) El cloruro de calcio hidratado cristaliza en un sistema hexagonal, ( $a=b= 787,59$  pm;  $C= 395,45$  pm;  $\alpha = \beta = 90^\circ$ ;  $\gamma = 120^\circ$ ), contiene una unidad fórmula por celda unidad y tiene una densidad observada de 1,71 g/cm<sup>3</sup>. Determina la fórmula del cloruro de calcio hidratado. (Ayuda :  $V = abc [1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma + 2 \cos \alpha \cos \beta \cos \gamma]^{1/2}$ )

i) La densidad del CaF<sub>2</sub> es 3.180g/cm<sup>3</sup> a 20 °C. Calcula las dimensiones del cubo de su celda unidad si la misma contiene cuatro iones Ca<sup>2+</sup> y ocho iones F<sup>1-</sup>

j) A 425 °C, el Fe cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo cuya arista mide 2,93Å, calcula el volumen de un átomo de Fe.

k) NH<sub>4</sub>Cl cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo, la arista de la celda unidad mide 387 pm. Calcula el radio del Ion [NH<sub>4</sub>]<sup>+</sup> si el del ion Cl<sup>1-</sup> es de 181 pm.

l) Una celda cúbica centrada en la cara tiene 8 átomos de x en los vértices de la celda y 6 átomos y en las caras, determina la fórmula empírica del sólido.

m) La densidad del MgO es de 3581 g/cm<sup>3</sup> y cristaliza de acuerdo a un sistema cúbico centrado en la cara. Calcula la longitud de la arista de la celda unidad.

3.- Explica cada una de las siguientes observaciones.

a) El óxido de níquel (II) es un metal abrasivo, pero el ioduro de níquel (II) no lo es.

b) El punto de fusión del Be F<sub>2</sub> es menor que el de MgF<sub>2</sub>

c) El óxido de manganeso (IV) es más covalente que el óxido de manganeso (II).

d) H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>, flota en H<sub>2</sub>O<sub>(l)</sub>.

e) Los sólidos moleculares son relativamente blandos y tienen puntos de fusión bajos, mientras que los sólidos covalentes son duros y tienen puntos de fusión altos.

f) Los puntos de ebullición del HCl, HBr y HI aumentan con el peso molecular; sin embargo, los puntos de fusión y de ebullición de los halogenuros de sodio, NaCl, NaBr y NaI disminuyen al aumentar el peso fórmula.

g) El diamante es más duro que el grafito.

4.- Calcula el calor de formación del LiI<sub>(s)</sub> a 25°C a partir de los siguientes datos y un ciclo adecuado de Born- Haber.

LiI cristaliza igual que NaCl

R(Li<sup>+</sup>) = 68 pm

R(I<sup>1-</sup>) = 206 pm

Valores termodinámicos normales en KJ/mol

Calor de sublimación del I<sub>2(s)</sub> = 59

Calor de disociación del I<sub>2</sub> = 151

Afinidad electrónica del yodo = -295

Calor de atomización del litio = 161

Energía de ionización del litio = 519

5.- Utiliza el ciclo de Born Haber para calcular la energía reticular del  $\text{CaCl}_{2(s)}$  a partir de los siguientes datos termodinámicos en condiciones normales.

Valores termodinámicos normales en KJ/mol

Calor de atomización del calcio = 178

$I_{\text{Ca}}$  = 590

$I_2\text{Ca}$  = 1146

Calor de disociación del cloro = 244

Afinidad electrónica del cloro = -349

Calor de formación del  $\text{CaCl}_{2(s)}$  = -796