

16  
2Ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**



**EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA**

**"Desarrollo de la Química Inorgánica  
en México y la contribución de la  
Facultad de Química en esa área".**

# **TRABAJO MONOGRAFICO**

**Nombre del Sustentante**

**Edith Ruth Hernández Baltazar**

**Carrera:**

**Químico**

**1987**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es tratar de aclarar mejor el conocimiento de la historia de los patrimonios Científico-Culturales de los países Latinoamericanos y en especial de México. Por haber sido el primer país de América conquistado por los españoles y en donde se produjo el primer choque de las culturas europea e indígena.

Lo anterior es una de las metas de la primera reunión Latinoamericana (Agosto 1982) de la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología —y que por otro lado— de acuerdo con la U.N.E.S.C.O. se debe "considerar a la historia de las ciencias como algo en movimiento permanente y no considerarla como cosa muerta y estática insistiendo en que su papel primordial es explicar las realidades actuales a través de su pasado "ya que no se pueden planear soluciones a problemas académicos actuales, si no se conoce a fondo la historia y el desarrollo de los mismos.

## C O N T E N I D O

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCION</b> .....  | 1  |
| <b>CAPITULO I</b>  |    |
| Los conocimientos quimicos de los pueblos<br>Azteca, Mixteca, Tarasco y Maya. .... | 4  |
| <b>CAPITULO II</b>   |    |
| El desarrollo de la química en el viejo mundo. ....                                | 22 |
| <b>CAPITULO III</b>  |    |
| Las artes químicas incipientes en el México indígena. ....                         | 40 |
| <b>CAPITULO IV</b>   |    |
| El desarrollo de la química en la época colonial. ....                             | 53 |
| <b>CAPITULO V</b>  |    |
| Desarrollo de la química en el México Independiente. ....                          | 70 |
| <b>CAPITULO VI</b>   |    |
| El nacimiento de la Escuela de Química. ....                                       | 83 |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....  | 88 |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....  | 89 |

I N T R O D U C C I O N

La primera obra del área de las Ciencias Naturales que se escribió en Latinoamérica fue la que trata sobre Medicina Herbolaria utilizada por los aztecas; el libro escrito en náhuatl en 1552 por el médico indígena originario de Xochimilco Martín de la Cruz y llamado "Opúsculo Acerca de las Hierbas Medicinales de los Indios" traducida al latín por Juan Badiano estudiante también del Colegio de Santa Cruz de Santiago Tlalotelco, contiene una descripción del empleo de muchas plantas medicinales ilustradas con bellos dibujos iluminados y utilizadas para combatir las enfermedades, debemos considerarla como la primera Farmacopea de América al mismo tiempo como la madre de la historia de las ciencias de América o del Nuevo Mundo, ya que en la obra figuran descripciones botánicas, zoológicas, mineralógicas, físicas, químicas y médicas de los remedios utilizados.

La obra de Martín de la Cruz dedicada al Sr. Francisco de Medoza, hijo del Virrey de México don Antonio de Mendoza protector de los indios, con la idea de que la conociera el rey de España, se envió a este país y no se volvió a saber nada de la misma; fue desconocida por Francisco Hernández protomédico personal de Felipe II rey de España, enviado a México en 1570 para que estudiara las hierbas medicinales mexicanas, misión que desempeñó en 7 años de fatigosa labor.

La obra fue desconocida hasta su redescubrimiento en 1929 en la Biblioteca Apostólica Vaticana, por el Sr. Charles Upson Clark quien en su calidad de estudiante había trabajado en esa biblioteca de 1898 a 1901 examinando los manuscritos antiguos. Volvió a Roma y de 1916 a 1919 dirigió estudios clásicos, se dedicó después a estudiar la Biblioteca Barberini, designada así por el nombre de su poseedor Francisco Barberini (1597-1679) sobrino del Papa

Urbano VII que rigió a la Iglesia Católica de 1623 a 1644; Barberini fue enviado a España como Nuncio Papal de 1624 a 1626; durante su estancia en ese país, recogió los libros referentes a la América en su antigüedad prehispánica. La Biblioteca Barberini fue agregada a la Pontificia en 1902.

El norteamericano Clark, descubrió la obra de Martín de la Cruz en 1929 y la dio a conocer al mundo, y The Maya Society de E.U.A. y la Universidad de John Hopkins, la publicaron en 1939 y 1940 respectivamente (1).

En la preparación de medicamentos descritos en la obra de Martín de la Cruz, se recurre muchas veces al uso de sustancias típicamente inorgánicas, mezcladas con las plantas que contenían principios activos, por ejemplo: "Para combatir la Gota se recomendaba que el pie se sumergiera en una suspensión que tenía perlas, esmeraldas y eztetl (piedra de sangre) molidas, a la que se le añadía una mezcla de hojas y de cortezas también molidas de ciertas especies medicinales" (2).

Otros pueblos antiguos iniciaron el estudio de la Química con obra de Medicina Herbolaria, en China cuya obra médica más antigua es la designada como "Asuntos Médicos" de Shen Nong escrita durante la Dinastía 'Han' del Este (140-86 A.C.), en la que se hace referencia a 365 plantas medicinales; otra obra es la de "Asuntos Médicos de Tang" y que corresponde a los años 618-909 (n.e.) y que constituye la primera farmacopea del mundo. Otra obra China importante es el "Compendio de Materias Médicas" publicada en 1578 y escrita por el Farmacólogo 'Li Shizhem' (3).

La Alquimia en China, se encontraba vinculada con el Taoismo, escuela filosófica fundada por 'Lao Tzu' (nacido en el año 604 A.C.), que fue modificada por sus continuadores, el Tao es una palabra que tiene varios significados, era para la Escuela Primitiva "la causa primera y última de la existencia"; el Taoismo fue degenerando en ocultismo con el emperador Wu-Ti (140-86 A.C.) los magos trataban de obtener el "Tan" o elixir de la vida. La primitiva alquimia China se encuentra vinculada con la droga de la inmortalidad, siendo la transmutación de los metales (4).

## CAPITULO I

### LOS CONOCIMIENTOS QUIMICOS DE LOS PUEBLOS AZTECA, MIXTECA, TARASCO Y MAYA

De acuerdo con la obra del profesor Modesto Bargalló (5) en su calidad de profesor de Química de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N. como un homenaje al Quincuagésimo Aniversario de la fundación de la Facultad de Química de la U.N.A.M.; los elementos químicos y los minerales que conocían los aztecas, antes de la llegada de los españoles eran los siguientes:

#### a) Azufre (S)

Según el historiador Clavijero (6) los indígenas conocían el azufre de las regiones volcánicas, a los depósitos que dejaban las fumarolas llamadas también chilladores; a los precipitados de azufre de las aguas hediondas; no se conoce con certeza si los indígenas lo utilizaban o no.

#### b) Carbono (C)

Diamante. De acuerdo con el mismo historiador (6) los diamantes eran poco usados por los nativos y lo llamaban "Tlacuahac"; Bargalló piensa que esa referencia es errónea y que quizá los nativos se referían a otras piedras preciosas.

De acuerdo con Schmitter (7), los diamantes se han encontrado en sideritas meteóricas; las sideritas contienen principalmente  $\text{FeCO}_3$ , en los meteoritos

predomina una aleación de Hierro-Níquel y se han encontrado en varios Estados - de la República Mexicana principalmente en Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Aguascalientes, Guerrero, Oaxaca y Puebla.

Lignito.- Ofrendas de este carbón mineral, se encontraron en las tumbas de Monte Albán; la mascarilla del dios del fuego llamado "Xiuhtecutli", tenía pequeñas piedritas de lignito en la parte correspondiente a la barba y conocidas con el nombre de "teotetl".

c) Hierro (Fe)  
P. f. = 1.530°C

Lo conocían solamente en los meteoritos, en Cholula se conservaba uno y en Chihuahua otro meteorito de 1/2 m. de diámetro fue enterrado y envuelto en telas, fue descubierto por L. Miller (5). Los indígenas nunca lo utilizaron.

d) Cobre (Cu)  
P. f. = 1.083°C

En las tumbas de Monte Albán (8) el antropólogo Alfonso Caso descubrió objetos de cobre que corresponden a una antigüedad que varía entre el año 1000 y el 1400 de nuestra era, de acuerdo con Torquemada los Zapotecas empleaban laminillas de cobre en forma de T que

usaban como monedas. Los Zapotecas usaban también hachas de cobre.

En los objetos descubiertos en el Cenote Sagrado de Chichen-Itzá (9) se encuentran muchas figuras de cobre, se piensa que procedían principalmente de Centroamérica, de Oaxaca y del Valle Central de México.

Los Mayas usaban cascabeles de cobre que eran ornamentos del dios de la muerte, el cobre también fue usado para la manufactura de hachas.

En Michoacán en las tumbas Tarascas de Tzintzuntzán se encontraron cascabeles, brazaletes, cuchillos y hachas de cobre que muestran una mayor y clara perfección que las demás tribus de México (5).

En Sinaloa las tumbas de Gusave se encontraron cascabeles y anillos de cobre, en Chihuahua también se han encontrado figurillas de cobre, lo mismo con los antiguos sepulcros de la Huasteca, Ver.

Los agricultores aztecas utilizaban una especie de pala de madera de encino, que en su extremo llevaba generalmente un pedazo de cobre, esta pala se designaba con el nombre de "Costl".

Cortés menciona en sus Cartas de Relación enviadas al rey de España que en el mercado de Tenochtitlan se vendían objetos de cobre (11).

Los mexicanos llamaron "Tepuztli" al cobre (5). El cobre se extraía principalmente de Michoacán, de la provincia de Zacateyan y de los Quixcos (actuales estados de Guerrero y de Oaxaca). Cuscos de cobre endurecidos fueron utilizados como taladros por los orfebres Tarascos y por los aztecas que trabajaban las piedras ornamentales (lapidarios) que auxiliados con polvos de jade, sílice, cuarzo y arenas, que actuaban como esmeriles, para hacer perforaciones en obsidiana y en la fabricación de mosaicos, a los que fijaban pequeñas laminillas o tejuelas de piedra de color, usando como fijador a una goma resinosa "Tzauhtli" proveniente de una orquídea.

e) Plata (Ag)  
P.f.=960°C

La planta fue utilizada por los nativos para fabricar adornos tanto sagrados como para los nobles, la encontraban en estado nativo en las arenas de los ríos. En las tumbas de Tzintzuntzán (Mich.) se han encontrado pinzas depilatorias de plata.

También en las tumbas de Monte Albán se han encontrado objetos de plata (8).

Cuando Cortés desembarcó en Veracruz (1519) Moctezuma le regaló una rueda de oro y otra de plata casi del tamaño de una rueda de carreta (10).

En el mercado de Tenochtitlan se vendían objetos de plata. La plata la extraían de la región de Pachuca, Taxco viejo y Zumpango (Gro.), de acuerdo con otros historiadores los indígenas conocían los yacimientos argentíferos de Taxco (Gro.), Sultepec y Temascaltepec (Edo. de Méx.). Las primeras minas que descubrieron los Españoles (1530) se encontraban en Zacualpan y Sultepec (Edo. de Méx.) y Zumpango (Gro.) (5).

f) Oro (Au)

P. f. = 1.063°C

Los mexicanos llamaban a este elemento "Teocouitlat" (excremento de los dioses) por su color y belleza era el símbolo del sol, el dios de la lluvia Tlaloc llevaba una lámina de oro puntiaguda y ondulada que representaba al rayo, el dios Tezcatlipoca tenía varios adornos figurando entre éstos uno especial de oro (12), (5).

Los emisarios de Moctezuma obsequiaron

a Cortés en la costa de Cempoala, con un disco de oro del tamaño de una rueda de carreta; un collar con 27 campanillas de oro y aureas pepitas en bruto y sin fundir del tamaño de una lenteja o garbanzo. Los indígenas extraían el oro de los ríos de Oaxaca y de Veracruz en los límites con Tabasco y también de los ríos de Guerrero y Michoacán. Muchas de las tribus sojuzgadas por los aztecas tenían que pagarles un tributo en oro.

g) Mercurio (Hg)  
P. f. =

El mercurio nativo fue conocido por los indígenas de Chilapa y posiblemente por los de Temascaltepec (Edo. de Méx.) (5). En una tumba maya de Copán (Honduras), se encontraron varios gramos de mercurio nativo.

h) Estaño (Sn)

Del Cenote Sagrado de Chichén-Itzá (9) se aislaron objetos de estaño, se piensa que procedían de Honduras. El estaño se vendía en el mercado de Tenochtitlan, se trabajaba en Taxco y lo extraían del Taxco viejo, lo denominaron "Metzcuitlatl" (excremento de la luna) (5).

## i) Plomo (Pb)

P. f. = 327°C

Los indígenas lo utilizaban poco, algunas veces se empleaba para fabricar aleaciones.

Se vendían en el mercado de Tenochtitlan, los nativos lo llamaban "Tenetztlí" (piedra de la luna). Lo extraían de Taxco Viejo (Gro.) e Ixmiquilpan (Hgo.), (5).

## j) Platino (Pt)

P. f. = 1.775°C

Existe la duda, si los mayas conocieron al platino, en la descripción de T.A. Willard (9), pág. 36, de los objetos extraídos del Cenote Sagrado de Chichen-Itzá, se dice: "Se encontró un objeto como de tres pulgadas de diámetro de un color blanco, como plata, sin corroerse, tan duro y refractario como el aleaje de estaño o acero macizo. Aun no sé qué clase de metal pueda ser, pero en cuanto tenga la oportunidad lo haré reconocer por metalurgistas .

¿Qué no pudiera ser ese metal tan raro e indestructible el llamado Platino?"

Es verdaderamente sorprendente, que otro pueblo americano, el Ecuador precolombino, conociera el platino que llegó a beneficiarlo a pesar de que se requiere una temperatura muy alta para fundirlo, su punto de fusión es de 1.775°C; se ignora qué procedimiento utilizaron para alcanzar

esa temperatura, y si se emplearon o no substancias especificas como fundentes. El platino también fue conocido por los indigenas de Chocó (Colombia). Los indigenas ecuatorianos que lo trabajaban eran de las regiones de Atacames y Esmeraldas; en 1748 fue dado a conocer al mundo científico por el sabio español Antonio de Ulloa (5).

Se discute también si los aztecas conocían el Zn o no, de acuerdo con la segunda relación enviada por Hernán Cortés al rey de España Carlos V, se dice en la página 300 (11):

"Tiene esta cibdad muchas plazas donde hay continuo mercado e trato de comprar e vender; tiene otra plaza tan grande como dos veces la cibdad de Salamanca, toda cercada de portales alderredor, donde hay cotidianamente arriba de sesenta mil animas, comprando e vendiendo, donde hay todos los géneros de mercaderías que en todas las tierras se hayan, así de mantenimientos como de vituallas, joyas de oro y de plata y de plomo, de latón, de cobre, destaño, de piedras, de huesos, de conchas de caracoles, de plumas;"

El maestro M. Bargalló (5) afirma que Cortés y los cronistas Pedro Mártir de Anglería, Bernal Díaz del Castillo, Gomara y Diego de Landa confundieron al latón con bronce o cobre duro (aleación de cobre y estaño), indica también que el Director del Museo Nacional de México, ordenó en 1882 el que se analizaran algunos utensilios de cobre duro, en donde se encontraron que estaban constituidos por mezclas artificiales de cobre y estaño.

## Sales Conocidas

### Sulfatos

- a) Alumbre  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  (Alumbre de Potasio)

Según Sahagún (5) la piedra de "alumbre" era bien conocida por los aztecas y muy usada por los tintoreros; de acuerdo con Clavijero (5) los aztecas tenían minas de alumbre que llamaban "Tlalxocoç".

Los tintoreros la usaban en la preparación de colores a partir de productos vegetales, por ejemplo la madera en astillas del árbol "nitzquanite" remojada con agua, y tratada con piedra de alumbre y otros materiales, producían un color rojo intenso, que lo usaban para teñir pieles (Sahagún).

El alumbre era usado también por los joyeros: Los mercaderes aztecas traían la piedra de alumbre de Metztlán.

- b) Yeso  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

Los aztecas empleaban al yeso laminar y lo llamaban "chimaltizatli"; de acuerdo con Motolinía (5) el mejor yeso era de Cozcotlán. Al yeso cocido lo utilizaron para revestimiento y estucos. El yeso calcinado fácilmente divisible en láminas delgadas, servía de color blanco a los pintores.

En Chihuahua se han encontrado cristales grandes de yeso, uno medía más de metro y medio, con un espesor de 0.13 mm. (Schmitter) (7).

En bastantes estados de la República Mexicana se ha encontrado yeso, (Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Guanajuato, Jalisco, Colima, Michoacán, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Guerrero y Oaxaca) (7).

c) Melanterita o Caparrosa verde  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Lo usaban los mexicanos con el nombre de Tlatiac para preparar tinta negra y para teñir (Sahagún), la preparación se realizaba en muchas partes, la más citada fue Tepexic (Tepeji del Río, Edo. de Hgo.) (5).

d) Calcantita o Vitriolo Azul  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Los indígenas conocían el vitriolo azul, según una referencia de Clavijero, y le llamaban también caparrosa (Azul).

La calcantita se encuentra en cristales de color azul oscuro, a veces de color verdoso; se ha encontrado en Baja California Norte, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Michoacán y Jalisco principalmente.

### Sulfuros

e) Pirita  $\text{FeS}$

Se conserva un espejo de pirita originario del Estado de Guerrero, en el Museo Nacional de Antropología e Historia (10); los tarascos la tallaban también para fabricar espejos, los que se vendían en el mercado de Tenochtitlan.

Los guerreros aztecas la usaban en polvo para embarrarlo en las rayas negras para que resaltaran y que se pintaban en la cara, en sus tatuajes de combate. Espejos de pirita de Hierro, fueron extraídos del Cenote Sagrado dice "encontré algunas piritas de hierro. Esta substancia reforzada con arcilla era usada para la fabricación de espejos, y como prueba de esto encontré varios espejos fragmentados con sus superficies hechas de piritas, aun muy brillantes" (9).

La pirita tiene un color amarillo parecido al oro, por esta propiedad se le ha designado con el nombre de "Oro de los Tontos".

f) Marcasita  $\text{FeS}_2$

Entre los obsequios que le mandó Moctezuma a Cortés cuando este último se encontraba en la costa de Veracruz, figuraban algunos espejos de marcasitas.

g) Cinabrio  $\text{HgS}$

Se ha encontrado el cinabrio, en una capa gruesa, debajo de los cadáveres depositados en una tumba indígena en la Venta, Edo. de Tabasco, en otra se encontró una figurilla de barro pintada con cinabrio. Se encontró en 1875 cinabrio en polvo, en un sepulcro localizado en la falda norte del cerro de Tlaxcomulco en la Hacienda de la Lechería en el Valle de México.

Los olmecas cubrían con cinabrio los dibujos que realizaban en jade, lo mismo hacían los mayas, los teotihuacanos lo compraban para sus pinturas; los aztecas también lo usaron para pintar y para la escritura, era el símbolo de la sangre (Bermellón) y lo ofrendaban a los muertos.

Los indígenas obtenían el cinabrio de las Vetas de Chilapa (Edo. de Guerrero) y de las de Temascaltepec (Edo. de Méx.) (5).

Los cronistas españoles ya hablaban de las mismas en 1567.

El cinabrio se presenta cristalizado en la forma (Hexagonal, trigonal) y también en forma romboédrica, con un color rojo que varía del rojo cochinilla, al café y al gris plomo.

Se encuentra en los estados de Querétaro, Zacatecas, Durango, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Edo. de México, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Tlaxcala, Aguascalientes, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo y Jalisco principalmente (7).

### Carbonatos

#### h) Calciça $\text{CaCO}_3$

El mármol blanco o Iztac-chalchihiutl (piedra blanca) de los aztecas, llamada también "Tecali" que se encontraba en las sierras del sur del estado de Puebla y en las del norte del estado de Oaxaca, se extraía de las canteras de Tecalco.

El tecali de los aztecas (5) se designa actualmente con el nombre de "Onix de Puebla" o alabastro mexicano; con este material fabricaban estatuillas y objetos de adorno personal como collares, pulseras, etc. La calciça se presenta en colores muy variados, que van desde el blanco transparente al amarillo, café, rosado, violeta, azul pálido, verdoso, gris negruzco y azulado. En México se encuentra prácticamente, en todos los estados de la República.

#### i) Giobertita o Magnesita $\text{MgCO}_3$

El primer nombre se dio en honor del químico italiano G.A. Giobert (7). Bargalló (5) informa que de acuerdo con Krieckeborg, los teotihuacanos conocían a la giobertita y la utilizaron en la preparación del color negro para sus pinturas murales.

## Halogenuros

### j) Fluorita $\text{CaF}_2$

Los dignatarios aztecas usaban en forma exclusiva, piedras preciosas verdes constituidas por fluorita, pero transparentes, que designaban con el nombre de "calchiute", es probable que los aztecas conocieran los ricos yacimientos que se encuentran en la región de Taxco (Gro.). Recientemente (1937) se descubrieron 2 minas en esa región, con ricos yacimientos de fluorita.

México ocupaba en 1962 el 2<sup>o</sup> lugar en la producción mundial de Fluorita (5).

### k) Sal Común $\text{NaCl}$

Los indígenas que poblaban el México prehispánico, extraían la sal de las salinas naturales de las costas; a la salidad de los ríos subterráneos, de las riberas de lagunas; de los lechos de ríos desecados por el estiaje y de tierras tequesquitosas (contienen "Tequesquite" o Tequixquiti, mezclas de proporciones variables de  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$  y boratos).

Los aztecas llamaban a las tierras que hacen sal "iztlatali".

El comercio de tequesquite se hacía en Ixtapalapa, nombre que significa "pueblo en donde se recoge la sal" o ixtail (Bargalló) (5).

En Ixtapan de la Sal (Edo. de Méx.), los aztecas obtenían la sal de los manantiales, y que de acuerdo con el Dr. Fernando Orozco (primer director del Instituto de Química de la UNAM) ya que fueron analizadas en esa institución, contienen además de  $\text{NaCl}$ , una gran cantidad de Bicarbonato de Calcio; los indígenas lo separaban concentrando en primer lugar el agua del manantial, por evaporación al sol, usando canales poco permeables del terreno, en seguida filtraban en recipientes

tes contruidos con piedra porosa y en forma de conos invertidos, obtenían una salmuera, de donde cristaliza la sal, si la querían en grano grueso la dejaban evaporar al sol, y si la deseaban en grano fino, la calentaban a fuego directo, en ollas de barro.

El bicarbonato de calcio soluble en el agua reaccionaba lentamente con el bióxido de carbono del aire, transformándose en Carbonato de Calcio insoluble en el agua, por lo que se podía separar por filtración.

De las aguas salinas del subsuelo del lago de Texcoco, los aztecas separaban la sal común del carbonato de calcio, en una forma bastante ingeniosa, si evaporaban rápidamente al agua, cristalizaba en primer lugar el bicarbonato de calcio, y si la calentaban lentamente, éste se descomponía en  $\text{CaCO}_3$ , eliminando  $\text{CO}_2$  y agua.

Los mayas obtenían su sal, de salinas naturales llamadas "la ciénega" y que medían más de 60 leguas de largo y se localizaban en la costa de Ekab, cerca de isla Mujeres; estas salinas fueron visitadas por Fray Diego de Landa, que llegó a Yucatán en 1549 (5).

### Nitratos

#### 1) Salitre $\text{KNO}_3$ , Nitro $\text{NaNO}_3$

El salitre era utilizado por los indígenas en la obtención de un colorante amarillo rojizo que extraían de las flores de xochipalli (10) para lo cual las hervían con una solución de Nitro, esta versión fue dada por Clavijero (5), cronista de la Conquista de México.

En la obra escrita y recopilada de 1571 a 1576, por el protomédico de Felipe II Francisco Hernández "Historia Plantarum Novae Hispanice", y

reeditada por la UNAM como "Historia Natural de la Nueva España" (1559); se indica en la página 213 del Tomo III, Vol. II, Cap. XX, que el denominado Xochipalli — "tiene flores como la de cempoalxhitl, pero más pequeñas y de color amarillo con rojo". Además de empleada como medicamento, la usaban "sobre todo para tefir lanas y pintar figuras de color amarillo tirando a rojo, para lo cual se cuece agregándole Nitro y después se le exprime el jugo, que se cuele y sirve así de colorante a pintores y batane ros" (10).

El  $\text{NaNO}_3$  el  $\text{KNO}_3$  se encuentran en las costras o efloroscencias en los terrenos desérticos, o bien en los lechos de las lagunas salitrosas, al desecarse en el estiaje.

### Oxidos

#### m) Cuarzo $\text{SiO}_2$

Cristal de Roca.- De la tumba número 7 de Monte Albán (Edo. de Oaxaca) abierta el 9 de enero de 1932 por el investigador señor Lic. Alfonso Caso y sus ayudantes Lic. Juan Valenzuela, y Martín Bazán, encontraron en los objetos depositados, una copa, orejeras y cuentas de cristal de roca y que corresponden a la cultura mixteca; se piensa que la calavera de cristal de roca que existe en el Museo del Hombre de la ciudad de París, Francia, es muy probable de origen mixteca (8).

Los tarascos tallaban el cristal de roca para fabricar figurillas.

Los aztecas llamaron al cristal de roca "teluilot".

El cristal de roca es incoloro cuando es puro, si contiene impurezas adquiere tonalidades amarillas, cafés, rojas, verdes, azules, moradas y negras (5).

n) Sílice Hidratada "Calcedonia"  $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Es una variedad de cuarzo y está constituida por granos finos, en la República Mexicana se encuentra principalmente en los estados de Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Guerrero, Oaxaca y Tlaxcala (7).

En Teotihuacan se han encontrado en tumbas, calcedonia en su variedad roja y que los aztecas llamaban "eztetl"; este tipo de calcedonia, es citado en la obra de Martín de la Cruz "Opúsculo Acerca de las Hierbas Medicinales de los Indios" (1552), en donde se citan 16 medicamentos que requerían eztetl pulverizado que se mezclaba con hierbas medicinales; posiblemente en la sílice ( $\text{SiO}_2$ ) se realizaba una adsorción incipiente, de algunos de los principios activos de las yerbas, constituyendo una cromatografía rudimentaria, y que quizá el HCl del jugo gástrico los dejaba en libertad.

Los aztecas fabricaban con agata ( $\text{SiO}_2$  cuarzo cripto-cristalino) (5) de colores diversos, cuentas de collares e idolillos. Esta variedad de cuarzo se encuentra principalmente en los estados de Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Hidalgo, Michoacán, México y Guerrero. Otra variedad de Sílice que contiene como impurezas sales de fierro y que también es cripto cristalina es la "cornalina" de diferentes coloraciones rojas; fabricados con este material, se encuentra en el Museo Nacional de Antropología de la ciudad de México, un saltamontes o chapulín.

Pedernal o Silex  $\text{SiO}_2$  (10).

Fue utilizado por los indígenas desde la más remota antigüedad, lo utilizaban en la fabricación de armas tanto ofensivas como defensivas, en la fabricación de objetos para usos domésticos y agrícolas. Lo utilizaban también para algunas prácticas religiosas y para fabricar objetos de adorno. Las diferentes tribus indígenas lo utilizaron en cuchillos, puntas de lanzas y de flechas, cinceles y raspadores de pieles.

El pedernal era designado como Tecpatl por los aztecas (5), los sacerdotes requerían para los sacrificios humanos, láminas de pedernal, ovaladas y puntiagudas.

El pedernal en sus sub-variedades coloreadas o blancas, era para los aztecas el hijo de Omecihuatl, que había sido arrojado a la tierra para engendrar la raza primera de los dioses.

Con óxidos de fierro (Jaspe)  $\text{SiO}_2$

Variación cripto cristalina de cuarzo, con óxidos de fierro como impurezas, tiene muy diferentes colores, rojo, amarillo, verde oscuro, azul grisáceo; en la República Mexicana se encuentra principalmente en los estados de Baja California Sur, Chihuahua, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Michoacán, Hidalgo, Morelos y Guerrero (7).

Los muros de las casas de Moctezuma estaban revistidos con jaspe.

$\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$  amorfa (Opalo).

Los aztecas lo usaban como adornos y los llamaban quetzalitzte piollotli.

(Corindón o Corundo)  $Al_2O_3$

Cristaliza en el sistema hexagonal-trigonal, presenta varios tonos de azul (zafiro) los aztecas lo llamaban "Xihmatlaliztli" (5); tonalidades de rosado a sangre de pichón (Rubí), llamado "Tlapultcoxiuhuitl", Moctezuma regaló a Hernán Cortés, collares que a su vez remitió al rey de España; el corundo presenta también tonalidades que van del amarillo al dorado del púrpura al violeta, verde y a veces incoloro. En la República se ha encontrado principalmente en los estados de Baja California, Sinaloa, Durango, San Luis Potosí, Guerrero y Oaxaca (7).

Zafiro (Gema, variedad del Corundo)

Es un corundo de la clase mas pura y de tonalidades finas, transparente y translúcido utilizado por los aztecas como gemas.

De acuerdo con sus colores se designa como Zafiro (azul); rojo (rubí o rubí oriental); amarillo (topacio oriental); verde (esmeralda oriental), y púrpura (amatista oriental).

El término de zafiro se emplea para designar a las gemas de Corundo de cualquier color, en la República Mexicana se encuentra principalmente en el estado de Guerrero (7).

## CAPITULO II

## EL DESARROLLO DE LA QUIMICA EN EL VIEJO MUNDO

Es conveniente analizar el desarrollo de esta ciencia en el Viejo Mundo, con el objeto de establecer un punto de comparación entre el Nuevo Mundo y los países europeos.

La información anterior nos demuestra que los aztecas conocían a la llegada de los españoles (1519), 9 elementos: oro, plata, mercurio, cobre, hierro, plomo, estaño, azufre y carbono, si se compara este número con el conocido por los pueblos europeos, se encuentra una diferencia de 3 elementos: oro, plata, mercurio, cobre, hierro, plomo, estaño, azufre, carbono, arsénico (descubierto en 1250), antimonio y bismuto (descubierto en 1450) (13).

No se puede fijar con precisión la fecha del descubrimiento del cinc, realizada por Paracelso quien lo llamó "metal bastardo". Este médico que vivió de 1493 a 1541, fue designado médico oficial de Basilea en 1527, y profesor de esa Universidad; viajó desde los 14 años por Europa con el objeto de estudiar Minería, Medicina y Alquimia, a partir de 1527 en que quemó los libros tradicionales en que se estudiaba la Medicina o sean las obras de Galeno y Avicena, decidió que la Alquimia debería preparar medicamentos para curar las enfermedades. Si en estas últimas actividades descubrió el Zn, le correspondería una fecha posterior a 1519 (4), (13).

Paracelso creyó en la teoría de los 4 elementos de los griegos y los tres principios de los árabes: Mercurio, Azufre y Sal (14). El cinc y el cobre forman una aleación llamada latón; es curioso el que los chinos extrajeran al cinc, varios años antes de Cristo (4). Este proceso fue descrito por Estrabon en el año de 64 antes de Cristo con una ilustración del mismo (Fig. 1).



Fig. 1.—Extracción del cinc en China

Algunos de los elementos fueron representados por varios símbolos en la época de la Alquimia (Siglo IV al XVI), Iatroquímica (Siglo XVI al XVIII) y Química Moderna (de 1792 a 1863).

Los símbolos se relacionaron también con los planetas (15):

| E L E M E N T O    | P L A N E T A |
|--------------------|---------------|
| 1.) ORO .....      | SOL           |
| 2.) PLATA .....    | LUNA          |
| 3.) PLOMO .....    | SATURNO       |
| 4.) FIERRO .....   | MARTE         |
| 5.) COBRE .....    | VENUS         |
| 6.) MERCURIO ..... | MERCURIO      |
| 7.) ESTANO .....   | JUPITER       |

Estos elementos se sumaron a los 4 tradicionales de los griegos:

**Elementos Tradicionales Griegos**

- 1.) Tierra
- 2.) Agua
- 3.) Aire y
- 4.) Fuego

Tales de Mileto (Jonía) región situada en el Egeo que en la actualidad es una parte de Turquía, filósofo griego que vivió entre 640 y 546 a. de C., pensó que una de las materias básicas o elementos que formaban el Universo era el agua, ya que era muy abundante; los mares rodean a la tierra, los ríos la cruzan, impregna al aire en forma de vapor, vuelve a la tierra en forma de lluvia y la riega, y la vida es imposible sin ella.

La tierra era otro elemento de Tales, a éstos se le sumó el que pensó Anaxímenes también de Mileto, que concluyó en el año 570 a. de C. que el aire era el elemento constituyente del Universo, y que éste se comprimía al acercarse hacia el centro formando sustancias mucho más densas como son el agua y la tierra (13).

Otro filósofo griego Heráclito que vivió de 540 a 475 años a. de C. en la ciudad de Efeso, pensó que el fuego era otro elemento muy importante.

Finalmente Aristóteles (384-322 a. de C.) el más respetable de los filósofos griegos aceptó la existencia de los 4 elementos (agua, aire, tierra y fuego), pensó que cada elemento tenía propiedades específicas.

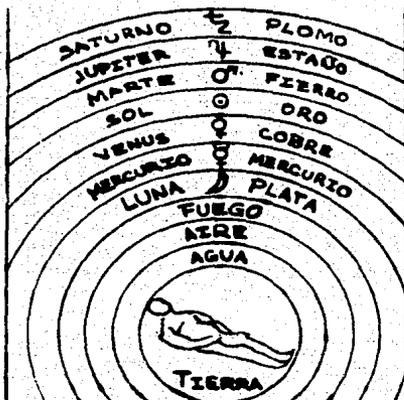
Al revisar en las noches a los cuerpos celestes pensó que giraban en círculos alrededor de la tierra, y que en los cielos debería estar otro elemento, que representa al quinto y al que llamó éter (13).

Leucipo (450 años a. de C.) al discutir sobre la divisibilidad de la materia, supuso que las partículas de materia extraordinariamente pequeñas ya no podían dividirse; su discípulo Demócrito (470-380 años a. de C.) apoyó las ideas de su maestro y designó con el nombre de átomos (nombre que significa indivisible) a las partículas pequeñísimas de materia que ya no podían subdividirse; pensó además que los átomos de cada elemento eran diferentes en tamaño y forma (4), (15), (16), (17).

Este tipo de ideas prevalecieron por cerca de 2,000 años.

En la época de la alquimia a los cuatro elementos de los griegos se les añadieron los correspondientes a los 7 metales: oro, plata, mercurio, cobre, fierro, estaño y plomo.

En un grabado original de Robert Fludd (15) 1574-1637, se representa en esta forma:



A fines de la época de la Alquimia, algunos compuestos también se representaron por símbolos y así se encuentran en la Tabla de Afinidades Químicas publicada en 1718 por Etienne Geoffroy (4) los siguientes:

|                        |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Espiritu ácido         |       |       |       |
| Acido de la sal marina |       |       |       |
| Acido nitro            |       |       |       |
| Acido Vitriólico       |       |       |       |
| Sal alcali fija        |       |       |       |
| Sal alcali volátil     |       |       |       |
| Espiritu del vinagre   |       |       |       |
| Espiritu del vino      |       |       |       |
| Agua                   |       |       |       |
| Sal                    |       |       |       |
| Principio aceitoso     |       |       |       |
| Nitro                  |       |       |       |
| Cloruro de Amonio      |       |       |       |
| Bórax                  |       |       |       |
| Alcali                 |       |       |       |
| Sublimado Corrosivo    |       |       |       |
| Jabón                  |       |       |       |
| Cal                    |       |       |       |
| OPERACIONES QUIMICAS   |       |       |       |
| Fuego                  |       |       |       |
| Vapor                  |       |       |       |
| Jugo                   |       |       |       |
| Crisol                 |       |       |       |
|                        | 1,718 | 1,609 | 1,000 |

La Primera Tabla de Afinidades publicada en 1718 por  
Etienne Geoffroy (4) (pág. 334)



Segunda Tabla de Afinidades publicada en 1788 por  
Tobern Bergman (18)

LAS TABLAS DE AFINIDADES

las tablas de afinidad. En la edición original (1766) de la obra de P. J. Macquer (1716-1784), la afinidad fue presentada de acuerdo con los puntos de vista de Geoffroy, pero en su segunda edición,<sup>2,4</sup> aumentada (1778), lo fue casi exclusivamente en los términos propuestos por Bergman. El que Guyton de Morveau (1757-1816), en su artículo relativo para la *Encyclopédie méthodique* (1786), se

| N.º 1.                  | EVALUATION DES SCORES CHEMICOES | N.º 2.               |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------|
| 1. O. Hydrogène         | 16. Oxygène combiné par         | 16. VO. Fer          |
| 2. O. Azote             | 17. Oxygène combiné par         | 17. VO. de Manganèse |
| 3. O. Acide             | 18. Oxygène combiné par         | 18. VO. de Zinc      |
| 4. O. Métaux            | 19. Oxygène combiné par         | 19. VO. de Plomb     |
| 5. O. Sels              | 20. Oxygène combiné par         | 20. VO. de Mercure   |
| 6. O. Sels de terre     | 21. Oxygène combiné par         | 21. VO. de Bismuth   |
| 7. O. Sels de soufre    | 22. Oxygène combiné par         | 22. VO. de Cobalt    |
| 8. O. Sels de phosphore | 23. Oxygène combiné par         | 23. VO. de Nickel    |
| 9. O. Sels de magnésie  | 24. Oxygène combiné par         | 24. VO. de Manganèse |
| 10. O. Sels de chaux    | 25. Oxygène combiné par         | 25. VO. de Fer       |
| 11. O. Sels de potasse  | 26. Oxygène combiné par         | 26. VO. de Zinc      |
| 12. O. Sels de soude    | 27. Oxygène combiné par         | 27. VO. de Plomb     |
| 13. O. Sels de magnésie | 28. Oxygène combiné par         | 28. VO. de Mercure   |
| 14. O. Sels de chaux    | 29. Oxygène combiné par         | 29. VO. de Bismuth   |
| 15. O. Sels de potasse  | 30. Oxygène combiné par         | 30. VO. de Cobalt    |
| 16. O. Sels de soude    | 31. Oxygène combiné par         | 31. VO. de Nickel    |
| 17. O. Sels de magnésie | 32. Oxygène combiné par         | 32. VO. de Manganèse |
| 18. O. Sels de chaux    | 33. Oxygène combiné par         | 33. VO. de Fer       |
| 19. O. Sels de potasse  | 34. Oxygène combiné par         | 34. VO. de Zinc      |
| 20. O. Sels de soude    | 35. Oxygène combiné par         | 35. VO. de Plomb     |
| 21. O. Sels de magnésie | 36. Oxygène combiné par         | 36. VO. de Mercure   |
| 22. O. Sels de chaux    | 37. Oxygène combiné par         | 37. VO. de Bismuth   |
| 23. O. Sels de potasse  | 38. Oxygène combiné par         | 38. VO. de Cobalt    |
| 24. O. Sels de soude    | 39. Oxygène combiné par         | 39. VO. de Nickel    |
| 25. O. Sels de magnésie | 40. Oxygène combiné par         | 40. VO. de Manganèse |
| 26. O. Sels de chaux    | 41. Oxygène combiné par         | 41. VO. de Fer       |
| 27. O. Sels de potasse  | 42. Oxygène combiné par         | 42. VO. de Zinc      |
| 28. O. Sels de soude    | 43. Oxygène combiné par         | 43. VO. de Plomb     |
| 29. O. Sels de magnésie | 44. Oxygène combiné par         | 44. VO. de Mercure   |
| 30. O. Sels de chaux    | 45. Oxygène combiné par         | 45. VO. de Bismuth   |
| 31. O. Sels de potasse  | 46. Oxygène combiné par         | 46. VO. de Cobalt    |
| 32. O. Sels de soude    | 47. Oxygène combiné par         | 47. VO. de Nickel    |
| 33. O. Sels de magnésie | 48. Oxygène combiné par         | 48. VO. de Manganèse |
| 34. O. Sels de chaux    | 49. Oxygène combiné par         | 49. VO. de Fer       |
| 35. O. Sels de potasse  | 50. Oxygène combiné par         | 50. VO. de Zinc      |
| 36. O. Sels de soude    | 51. Oxygène combiné par         | 51. VO. de Plomb     |
| 37. O. Sels de magnésie | 52. Oxygène combiné par         | 52. VO. de Mercure   |
| 38. O. Sels de chaux    | 53. Oxygène combiné par         | 53. VO. de Bismuth   |
| 39. O. Sels de potasse  | 54. Oxygène combiné par         | 54. VO. de Cobalt    |
| 40. O. Sels de soude    | 55. Oxygène combiné par         | 55. VO. de Nickel    |
| 41. O. Sels de magnésie | 56. Oxygène combiné par         | 56. VO. de Manganèse |
| 42. O. Sels de chaux    | 57. Oxygène combiné par         | 57. VO. de Fer       |
| 43. O. Sels de potasse  | 58. Oxygène combiné par         | 58. VO. de Zinc      |
| 44. O. Sels de soude    | 59. Oxygène combiné par         | 59. VO. de Plomb     |
| 45. O. Sels de magnésie | 60. Oxygène combiné par         | 60. VO. de Mercure   |
| 46. O. Sels de chaux    | 61. Oxygène combiné par         | 61. VO. de Bismuth   |
| 47. O. Sels de potasse  | 62. Oxygène combiné par         | 62. VO. de Cobalt    |
| 48. O. Sels de soude    | 63. Oxygène combiné par         | 63. VO. de Nickel    |
| 49. O. Sels de magnésie | 64. Oxygène combiné par         | 64. VO. de Manganèse |
| 50. O. Sels de chaux    | 65. Oxygène combiné par         | 65. VO. de Fer       |
| 51. O. Sels de potasse  | 66. Oxygène combiné par         | 66. VO. de Zinc      |
| 52. O. Sels de soude    | 67. Oxygène combiné par         | 67. VO. de Plomb     |
| 53. O. Sels de magnésie | 68. Oxygène combiné par         | 68. VO. de Mercure   |
| 54. O. Sels de chaux    | 69. Oxygène combiné par         | 69. VO. de Bismuth   |
| 55. O. Sels de potasse  | 70. Oxygène combiné par         | 70. VO. de Cobalt    |
| 56. O. Sels de soude    | 71. Oxygène combiné par         | 71. VO. de Nickel    |
| 57. O. Sels de magnésie | 72. Oxygène combiné par         | 72. VO. de Manganèse |
| 58. O. Sels de chaux    | 73. Oxygène combiné par         | 73. VO. de Fer       |
| 59. O. Sels de potasse  | 74. Oxygène combiné par         | 74. VO. de Zinc      |
| 60. O. Sels de soude    | 75. Oxygène combiné par         | 75. VO. de Plomb     |
| 61. O. Sels de magnésie | 76. Oxygène combiné par         | 76. VO. de Mercure   |
| 62. O. Sels de chaux    | 77. Oxygène combiné par         | 77. VO. de Bismuth   |
| 63. O. Sels de potasse  | 78. Oxygène combiné par         | 78. VO. de Cobalt    |
| 64. O. Sels de soude    | 79. Oxygène combiné par         | 79. VO. de Nickel    |
| 65. O. Sels de magnésie | 80. Oxygène combiné par         | 80. VO. de Manganèse |
| 66. O. Sels de chaux    | 81. Oxygène combiné par         | 81. VO. de Fer       |
| 67. O. Sels de potasse  | 82. Oxygène combiné par         | 82. VO. de Zinc      |
| 68. O. Sels de soude    | 83. Oxygène combiné par         | 83. VO. de Plomb     |
| 69. O. Sels de magnésie | 84. Oxygène combiné par         | 84. VO. de Mercure   |
| 70. O. Sels de chaux    | 85. Oxygène combiné par         | 85. VO. de Bismuth   |
| 71. O. Sels de potasse  | 86. Oxygène combiné par         | 86. VO. de Cobalt    |
| 72. O. Sels de soude    | 87. Oxygène combiné par         | 87. VO. de Nickel    |
| 73. O. Sels de magnésie | 88. Oxygène combiné par         | 88. VO. de Manganèse |
| 74. O. Sels de chaux    | 89. Oxygène combiné par         | 89. VO. de Fer       |
| 75. O. Sels de potasse  | 90. Oxygène combiné par         | 90. VO. de Zinc      |
| 76. O. Sels de soude    | 91. Oxygène combiné par         | 91. VO. de Plomb     |
| 77. O. Sels de magnésie | 92. Oxygène combiné par         | 92. VO. de Mercure   |
| 78. O. Sels de chaux    | 93. Oxygène combiné par         | 93. VO. de Bismuth   |
| 79. O. Sels de potasse  | 94. Oxygène combiné par         | 94. VO. de Cobalt    |
| 80. O. Sels de soude    | 95. Oxygène combiné par         | 95. VO. de Nickel    |
| 81. O. Sels de magnésie | 96. Oxygène combiné par         | 96. VO. de Manganèse |
| 82. O. Sels de chaux    | 97. Oxygène combiné par         | 97. VO. de Fer       |
| 83. O. Sels de potasse  | 98. Oxygène combiné par         | 98. VO. de Zinc      |
| 84. O. Sels de soude    | 99. Oxygène combiné par         | 99. VO. de Plomb     |
| 85. O. Sels de magnésie | 100. Oxygène combiné par        | 100. VO. de Mercure  |

FIGURE 2. THE TABLE OF AFFINITIES AS PUBLISHED BY TOBERN BERGMAN IN 1788.

Los árabes (que invadieron Egipto en el año de 640 n.e., escucharon el rumor de que los egipcios tenían libros que enseñaban como hacer oro y como curar enfermos, arte que aprendieron, designándolo como "arte divino" y que iniciaron los egipcios al principio de la era cristiana, en la ciudad de Alejandría, fundada por Alejandro Magno en el año de 331 a.C., en la desembocadura del río Nilo. Las metas del "arte divino", fueron modificadas en el desarrollo de la Alquimia en Europa (1140 a 1526) en la búsqueda de la piedra filosofal que transmutaría a los metales en oro, y la obtención del "elixir de la juventud" que eliminaría a las enfermedades, y quizá llegar a la juventud eterna (4).

Los aztecas que perseguían las mismas metas que el "arte divino" de los árabes, curando enfermos a través de su medicina herbolaria, descrita en el libro de Martín de la Cruz, indio médico del Colegio de Santa Cruz originario de Xochimilco, "que no hizo ningunos estudios profesionales, sino que era experto por puros procedimientos de experiencia" y trabajando al oro para obtener joyas suntuarias, símbolos del Sol, por procedimientos autóctonos como el de la "cera perdida" desconocida como tal en Europa (10), ya que los alquimistas europeos usaban con fines fraudulentos en las transmutaciones la agitación de los metales fundidos baratos en un crisol, con una varilla de fierro lleno de polvo de oro (14), tapada con cera para que apareciera el metal barato recubierto con una capa de oro; los aztecas deben ser considerados como los alquimistas de América, y como precursores en cuatro siglos de la Iatroquímica creada por Paracelso en la tercera década del Siglo XVI, y cuya filosofía era la de preparar remedios o bien utilizar tinturas, esencias, extractos vegetales, para curar las enfermedades (14).

En la época del principio de la Iatroquímica (1527), eran conocidos en Europa los elementos siguientes:

|                |   |
|----------------|---|
| 1.- Oro        | Epoca de la Prehistoria   |
| 2.- Plata      | " " " "   |
| 3.- Mercurio   | " " " "   |
| 4.- Estaño     | " " " "   |
| 5.- Plomo      | " " " "   |
| 6.- Hierro     | " " " "   |
| 7.- Carbono    | " " " "   |
| 8.- Azufre     | Tiempo antiguo Bíblico a.C.   |
| 9.- Cobre      | Epoca del hombre primitivo  |
| 10.- Arsénico  | (descubierto en 1250)   |
| 11.- Antimonio | ( " en 1450)  |
| 12.- Bismuto   | ( " en 1450)  |
| 13.- Zinc      | ( " en Europa en el Siglo XVI por Paracelso después del año de 1527).<br>( " por los Chinos antes de 64 a. de C.) |

\* En la Tabla I figuran todos los elementos y las fechas en que fueron descubiertos (15), (17).

T A B L A I

| Núm. Atómico | Elemento | Descubrimiento      | Núm. Atómico | Elemento | Descubrimiento           |      |
|--------------|----------|---------------------|--------------|----------|--------------------------|------|
| 1            | H        | *1766 1660          | 41           | Nb       | 1801                     |      |
| 2            | He       | 1868                | 42           | Mo       | 1778                     |      |
| 3            | Li       | 1817                | 43           | Tc       | 1937                     |      |
| 4            | Be       | 1798                | 44           | Ru       | 1844                     |      |
| 5            | B        | 1808                | 45           | Rh       | 1803                     |      |
| 6            | C        | Prehistórico        | 46           | Pd       | 1803                     |      |
| 7            | N        | 1722                | 47           | Ag       | Prehistórico             |      |
| 8            | O        | 1744                | 48           | Cd       | 1817                     |      |
| 9            | F        | 1771                | 49           | In       | 1863                     |      |
| 10           | Ne       | 1898                | 50           | Sn       | Prehistórico             |      |
| 11           | Na       | 1807                | 51           | Sb       | 1450                     |      |
| 12           | Mg       | 1775                | 52           | Tc       | 1782                     |      |
| 13           | Al       | 1827                | 53           | I        | 1811                     |      |
| 14           | Si       | 1823                | 54           | Xe       | 1898                     |      |
| 15           | P        | 1669                | 55           | Cs       | 1860                     |      |
| 16           | S        | Prehistórico        | 56           | Ba       | 1808                     |      |
| 17           | Cl       | 1774                | 57           | La       | 1839                     |      |
| 18           | Ar       | 1894                | 58           | Ce       | 1803                     |      |
| 19           | K        | 1807                | 59           | Pr       | 1885                     |      |
| 20           | Ca       | 1808                | 60           | Nd       | 1885                     |      |
| 21           | Sc       | 1879                | 61           | Pm       | 1947                     |      |
| 22           | Ti       | 1791                | 62           | Sm       | 1879                     |      |
| 23           | V        | **1830 A.M. del Río | 26/IX/1802   | 63       | Eu                       | 1896 |
| 24           | Cr       | 1797                | 64           | Gd       | 1880                     |      |
| 25           | Mn       | 1774                | 65           | Tb       | 1843                     |      |
| 26           | Fe       | Prehistórico        | 66           | Dy       | 1843                     |      |
| 27           | Co       | 1755                | 67           | Ho       | 1886                     |      |
| 28           | Ni       | 1751                | 68           | Er       | 1879                     |      |
| 29           | Cu       | ** hombre primitivo | 69           | Tm       | 1843                     |      |
| 30           | Zn       | XVI Paracelso       | 70           | Yb       | 1879                     |      |
| 31           | Ga       | 1875                | 71           | Lu       | 1907                     |      |
| 32           | Ge       | 1886                | 72           | Hf       | 1923                     |      |
| 33           | As       | 1250                | 73           | Ta       | 1802                     |      |
| 34           | Se       | 1817                | 74           | W        | 1783 - hermanos Elhuyar. |      |
| 35           | Br       | 1826                | 75           | Re       | 1925                     |      |
| 36           | Kr       | 1898                | 76           | Os       | 1804                     |      |
| 37           | Rb       | 1861                | 77           | Ir       | 1804                     |      |
| 38           | Sr       | 1790                | 78           | Pt       | Siglo XVI                |      |
| 39           | Y        | 1794                | 79           | Au       | Prehistórico             |      |
| 40           | Zr       | 1789                | 80           | Hg       | Prehistórico             |      |

T A B L A I . I

| Núm. Atómico | Elemento | Descubrimiento               |
|--------------|----------|------------------------------|
| 81           | Tl       | 1861                         |
| 82           | Pb       | Prehistórico                 |
| 83           | Bi       | 1450                         |
| 84           | Po       | 1898                         |
| 85           | At       | 1940                         |
| 86           | Rn       | 1900                         |
| 87           | Fr       | 1939                         |
| 88           | Ra       | 1898                         |
| 89           | Ac       | 1899                         |
| 90           | Th       | 1828                         |
| 91           | Pa       | 1917                         |
| 92           | U        | 1789                         |
| 93           | Np       | 1940                         |
| 94           | Pu       | 1940                         |
| 95           | Am       | 1944                         |
| 96           | Cm       | 1944                         |
| 97           | Bk       | 1949                         |
| 98           | Cf       | 1950                         |
| 99           | Es       | 1952                         |
| 100          | Fm       | 1953                         |
| 101          | Md       | 1955                         |
| 102          | No       | 1957                         |
| 103          | Lr       | 1961                         |
| ** 23        | V        | 1830 Redescubierto en Europa |

Robert Boyle (1627-1691) publicó en 1661 una obra denominada "El Químico Escéptico" que revolucionó las ideas que se tenían sobre los 4 elementos de los griegos, los siete metales y los 2 no metales y daba como característica de los elementos químicos que "no pueden ser hechos con otros cuerpos, ni pueden ser obtenidos los unos de los otros" (4),(5).

"Los elementos son ciertos cuerpos primitivos y simples, que son los ingredientes de los cuerpos mezclados". Por —cuerpos perfectamente mezclados— quiere significar los compuestos químicos, distintos de las mezclas mecánicas. "Los cuerpos compuestos pueden resolverse en sus elementos".

Los conceptos anteriores, pueden resumirse en que los elementos o cuerpos simples no podían estar formados por otras 2 o más sustancias simples, ya que si ésto se lograba, desaparecía la característica del elemento.

Se consideraron elementos además de los 7 metales (oro, plata, cobre, estaño, mercurio, fierro y plomo) y los dos no metales (carbono y azufre) (el cinc, arsénico, antimonio y bismuto). (A Boyle se le considera el padre del Análisis Químico) (4).

J.J. Becher (1635-1682) químico alemán (4), escribió un libro en 1669 llamado "Física Subterránea" en el que admite que los constituyentes de los cuerpos eran el aire, agua y tres tierras, una de estas inflamable

(terra pinguis) otra mercurial y la última era fusible o vítrea; las tierras anteriores corresponden al azufre, mercurio y sal de los alquimistas respectivamente. Durante el proceso de la combustión la "terra pinguis o terra crasa" se quema y desaparece. (Estas ideas están en contraposición de las sustentadas por Boyle).

Otro químico alemán G.E. Stahl (1660-1734), profesor de Química en la Universidad de Halle, apoyó las ideas de Becher y las presentó en forma más perfeccionada y en su libro de "Fundamentis Chymiae" publicado en 1723, las difundió; llamó "flogisto" (nombre derivado del griego que significa flama) para designar a la terra pinguis o terra crasa (principio de la inflamabilidad); afirmaba que cuando los cuerpos arden o cuando se calcinan, pierden su flogisto y dejan un residuo que ya no tenía flogisto y ya no podían seguir ardiendo (4), (13).

Stahl indicaba que la cera, el aceite, la madera, el carbón vegetal y el azufre eran cuerpos muy ricos en flogisto, y que estos cuerpos podían usarse para devolver el flogisto a otros cuerpos que lo perdieron en la combustión; así por ejemplo la madera rica en flogisto, en el proceso de combustión pierde su flogisto que va al aire y queda un residuo que es la ceniza que no arde porque ya no contiene flogisto.

Stahl, afirmaba que el enmohecimiento de los metales era un proceso igual al de la combustión de la madera. Los metales contienen poco flogisto, pero cuando lo pierden se enmohecen o se calcinan. Cuando el Cinc se calienta al rojo, arde con una llama brillante, se escapa el flogisto y queda un residuo blanco que es la cal de cinc; si se calienta la cal de Cinc al rojo y se le añade carbón vegetal rico en flogisto, se regenera el

Cinc y destila (4).

El flogisto se representó por la letra  $\phi$  (fi).

La reacción que se producía era la siguiente:



Stahl realizó un experimento en 1697 "demostrando" que el azufre es un compuesto de ácido sulfúrico al que consideró como un elemento con flogisto, ya que el azufre se quemaba con una flama, debida al flogisto y forma ácido sulfúrico.



Las ideas sobre el flogisto persistieron cerca de un siglo.

El hecho de aumento de peso de las cales de los metales era debido a la pérdida de flogisto al que se asignaba un peso negativo.

A.L. Lavoisier (1743-1794) publicó en 1789 su "Tratado Elemental de Química", en otras publicaciones previas (1770) ya había enunciado la ley de la indestructibilidad de la masa y aplicó en todos sus experimentos el método cuantitativo, usado inicialmente por Boyle, y seguido por Black (1728-1799), Priestley (1733-1804) y Cavendish (1731-1810); estudió la combustión y la calcinación, demostró que el aire estaba constituido por una mezcla de dos gases (término introducido por Van Helmont (1577-1644) y que aparece en su obra publicada en 1648 con el título de "Ortus Medicinæ"). Los gases eran el "aire vital" llamado más tarde Oxígeno y el "aire mofético o mofeta atmosférica", llamado más tarde Azoe y finalmente en 1790 "Nitrógeno" (4).

El Oxígeno fue descubierto por el químico inglés J. Priestley (1733-1804) el primero de agosto de 1774 al calentar HgO con rayos solares a través de una lente de aumento, recogió el gas y lo llamó "aire desflogisticado" (13).

El Oxígeno también fue obtenido por el químico alemán C.W. Scheele (1742-1786) en experimentos realizados el verano de 1770; en su libro "Tratado Químico sobre el Aire y Fuego" entregado a la imprenta en 1775 y publicado en 1777 indicaba que "el aire está compuesto por dos fluidos, uno que es indiferente al flogisto y otro que lo atrae" al primero lo llamó "aire inundo" y al segundo "aire del fuego".

La información anterior nos conduce a concluir que el Oxígeno fue preparado casi al mismo tiempo por Scheele (1770 y publicado en 1777), Priestley (1774) y Lavoisier (1774). En su libro "Tratado de Química" señala que el Oxígeno es un "aire descubierto casi al mismo tiempo por el señor Priestley, el señor Scheele y por él mismo".

Lavoisier sobre la base de sus experimentos concluyó que (4):

- a) las sustancias solo arden en aire puro;
- b) los no metales (azufre, fósforo y carbono) al quemarse producen ácidos y por este motivo al gas se le llama "oxígeno" (engendrador de ácidos).
- c) los metales por combustión producen sales con absorción de oxígeno.
- d) la combustión no es, de ningún modo, un proceso debido al escape de flogisto, sino a la combinación de la sustancia combustible con el oxígeno.

Las conclusiones anteriores constituyeron las bases de la teoría antiflogística.

Lavoisier vuelve a definir a los elementos químicos a los que designa como elementos o principios de la última etapa a la cual puede llegarse por Análisis. Su definición es prácticamente la misma de Boyle.

Publica en su libro una tabla de elementos (4, 13, 19) la que contiene 33, solamente aparecen dos, (luz y calórico) que no lo son y ocho que son compuestos por lo que se reducen a 23 elementos auténticos.

Lavoisier y otros tres químicos franceses, Berthollet, Guyton de Morveau y Fourcoy, publicaron en 1787 un método de nomenclatura química en el cual se cambian los nombres de las substancias químicas con el objeto de ponerlos de acuerdo con la nueva teoría.

Antes de esta publicación, Lavoisier ya había dado a conocer sus ideas sobre la nomenclatura, Black químico inglés, la seguía en 1784, Bertholet las aceptó en 1785; los químicos alemanes la adoptaron en 1792, por todos estos hechos se considera a Antoine Laurent Lavoisier como el padre de la Química Moderna (4), (13).

## EVOLUCION DE LOS SIMBOLOS QUIMICOS

| AÑOS        | 1,000 | 1,500 | 1,600 | 1,609 | 1,700 | 1,782 | 1,808 | Descubrimiento | 1,814 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|
| ELEMENTOS   |       |       |       |       |       |       |       |                |       |
| ORO         |       |       |       |       |       |       |       |                | Au    |
| MERCURIO    |       |       |       |       |       |       |       |                | Hg    |
| PLOMO       |       |       |       |       |       |       |       |                | Pb    |
| PLATA       |       |       |       |       |       |       |       |                | Ag    |
| COBRE       |       |       |       |       |       |       |       |                | Cu    |
| AZUFRE      |       |       |       |       |       |       |       |                | S     |
| ESTANO      |       |       |       |       |       |       |       |                | Sn    |
| ZINC        |       |       |       |       |       |       |       | 1527           | Zn    |
| FIERRO      |       |       |       |       |       |       |       |                | Fe    |
| ANTIMONIO   |       |       |       |       |       |       |       | 1450           | Sb    |
| ARSENICO    |       |       |       |       |       |       |       | 1250           | As    |
| OXIGENO**   |       |       |       |       |       |       |       | 1774           | O     |
| HIDROGENO** |       |       |       |       |       |       |       | 1766           | H     |
| ALUMINIO**  |       |       |       |       |       |       |       | 1827           | Al    |
| POTASIO**   |       |       |       |       |       |       |       | 1807           | K     |

- \* Símbolos de un manuscrito griego que se encuentra en San Marcos, Venecia. (Siglo X). Partington "Historia de la Química" Espasa-Calpe (1945).
- \*\* Símbolos empleados por Dalton (1766-1844). MATERIA Time-Life (1972).
- \*\*\* Símbolos de los alquimistas "Basílica Chymica, 1609". Oswald Croll. Partington, Pág. 189.

La nomenclatura química actual fue propuesta por J. Berzelius en 1814, los símbolos de los elementos se basaban en sus nombres latinos, empleando la primera letra de los mismos y usando otra intermedia del nombre para distinguirlos, cuando hay dos o más elementos que comiencen con la misma letra.

## CAPITULO III

## LAS ARTES QUIMICAS INCIPIENTES EN EL MEXICO INDIGENA

a) LA METALURGIA que se originó entre los siglos X y XII se encontraba muy desarrollada, en sus principios se concretaba a recoger pepitas de oro de las arenas de los ríos; para lo cual la arena se colocaba en jícaras y se les añadía agua para lavarla y eliminar la tierra, quedando los granos de oro en el sedimento, en esta forma se extraía en la región del Río Grijalva (Edo. de Veracruz); en otras regiones como la de Zacatula (Edo. de Guerrero) las arenas de los ríos se colocaban en bateas.

Las pepitas de oro se aplastaban golpeándolas con piedras duras (martilleo); su siguiente operación metalúrgica que desarrollaron fue la fundición de los granos de oro que colocaban en cazuelas y para fundirlas utilizaban como fuelles, cafutoş de caña con los que encendían el fuego. Estas operaciones fueron descubiertas por los conquistadores.

Para la Plata nativa, se requería para purificarla el proceso de  fusión; para la obtención del Cobre, se recurría al martilleo del mineral, el que fragmentado se sometía a la tostación o torrefacción, seguida de la fusión en crisoles de barro (5), (10).

Las pequeñas cantidades de oro, plata y cobre, bastaban para la elaboración de joyas.

Para la obtención del Plomo y del Estaño, se empleaba la tostación en presencia de carbón para reducir a la galena (PbS) y a la casiterita (SnO<sub>2</sub>) respectivamente; minerales que se encuentran en la mayoría de los estados de la República (5).

Los Aztecas preparaban varias aleaciones, el bronce formado por el cobre y el estaño, los conquistadores le llamaron "cobre duro", la de oro nativo que contiene plata y cobre, llamada "tumbaga"; la de cobre y oro, la de plata y oro, y la de cobre y plomo que empleaban en la fabricación de cascabeles (5).

La aleación de "cobre duro" ignorándose como le daban el temple especial la utilizaban en la fabricación de utensilios, hachas, etc. que resultaban tan cortantes y duras, como si fueran de acero, esta aleación fue estudiada por el Barón Alexander von Humboldt, en su estancia en México, en el Real Seminario de Minería (18).

El bronce fue elaborado por los tarascos, zapotecas y aztecas. Los aztecas que trabajaban el oro (llamado por ellos, Teocoitlat) se designaba con el nombre de "telcuitlapitzque" y se encontraban asentados en Atzacapotzalco; los obreros que preparaban los repujados que tenían que realizar los orfebres, se llamaban "tlacuillos".

El oro fundido se moldeaba por el proceso llamado de la "cera perdida", recogiendo en moldes de arcilla, que tenían una capa de polvo fino de carbón vegetal y después una capa del mismo grueso de cera, la que se cubría con otra capa fina de carbón vegetal, el molde se tapaba con barro y se le hacían 2 perforaciones una por arriba y otra por abajo; se calentaba, la cera se fundía y se tapaba la perforación de

salida, y el metal fundido se vertía por la perforación superior, una vez que el metal se enfriaba, se rompía el molde y se extraía la joya suntuaria.

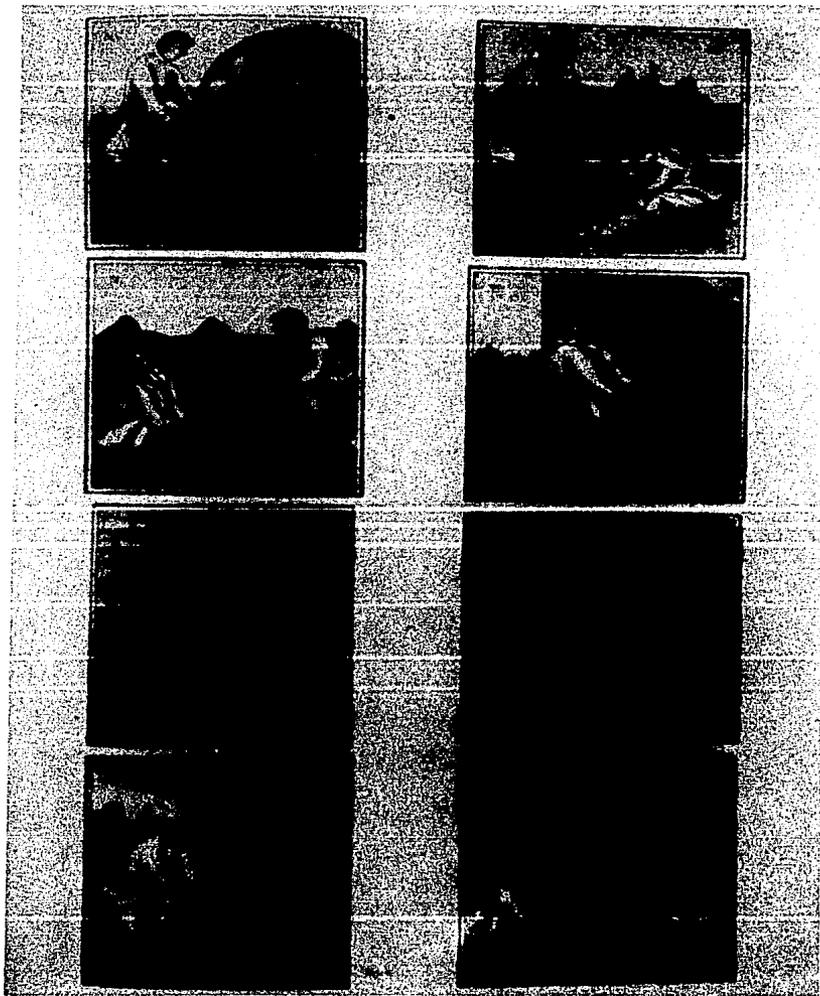
La cera vegetal probablemente provenía del "árbol de la cera" (huacana la o chaclolo), originario del Sudeste del país, regiones de Veracruz, Oaxaca y Chiapas (figuras 2, 3, 4), (10).

#### b) El Arte del Teñido de los Tejidos

Los aztecas producían varios tipos de tejidos el más común era el de "nequen" fabricado con las fibras de variedades de magueyes y agaves, este tipo de tejido fue practicado también por otras tribus, se han encontrado vestidos en cuevas secas de los Estados de Chihuahua, Coahuila y Tamaulipas, las tribus nortefías usaban también capas hechas de "yuca". Los aztecas de la clase alta usaban vestidos fabricados con algodón blanco llamado "ichcatl" y algodón café designado como "coyoichcatl"; las mujeres usaban falda (cueitl), faja (nelpilani) y "huipil", los hombres requerían de un taparrabo (maxtlatl).

Las tinturas empleadas en el teñido eran obtenidas de animales, vegetales y minerales.

Tintes de origen vegetal se obtenían de varias maderas, cortezas, tallos, raíces, hojas, semillas y frutos (10).



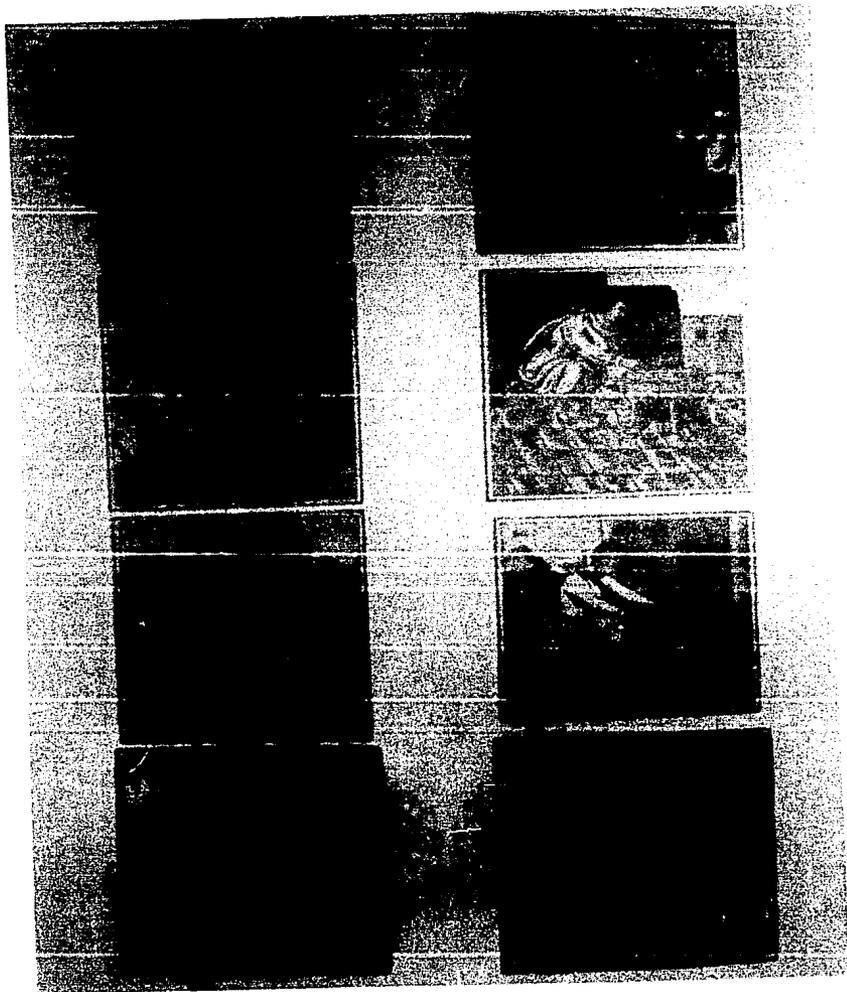
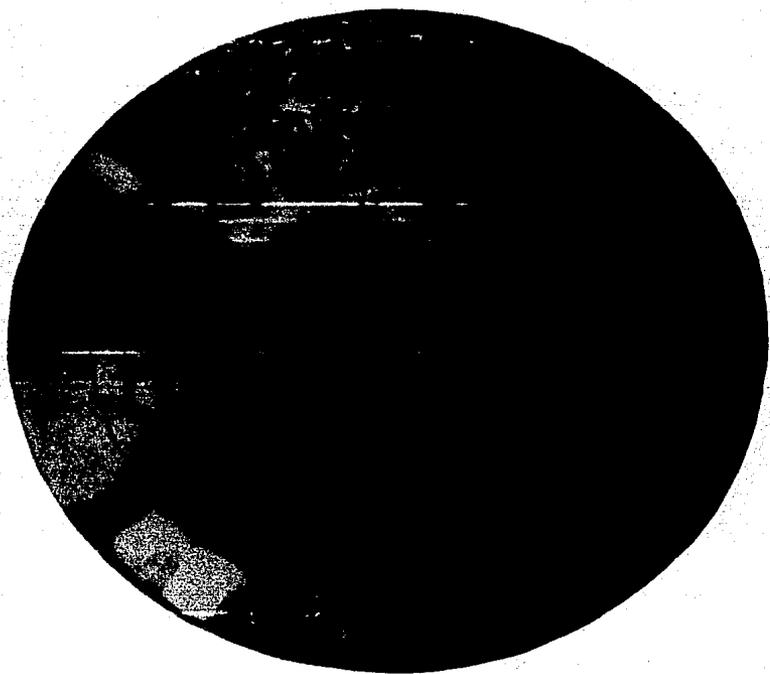


fig. 3.- Técnica de Orfebrería. Cód. Florentino, 48



El árbol más usado fue el Achiote (Achiotl y Achiyocotl); Francisco Hernández, protomédico del rey Felipe II de España y enviado a México en 1570, escribió sus memorias después de 7 años de estudios de la flora mexicana, parte de las mismas fueron publicadas en Italia y en México; la UNAM publicó en 1959 "La Historia Natural de Nueva - España"; en el Tomo I Volumen II, pág. 27, se describe el Achiotl o medicina buena para teñir, de su corteza se obtenían fibras más fuertes que las del cáñamo, y de sus frutos maduros, las semillas en forma de uvas y de color rojo, puestas en agua la tifen de escarlata; se emplea además de medicamento, como tinte de tejidos, pieles, lacas, plumas y huesos, (este tinte se aplicó en el México Virreynal, para teñir lana y seda).

Del jugo seco del Achiote, se obtiene una pasta de color que varía del amarillo al rojo; los indígenas lo usaban para pintar signos o rayas en sus cuerpos; se usa también como condimento, la cocina yuca teca lo emplea para el guiso "cochinita pibil", se le asignan propiedades digestivas.

#### El Palo de Tinte de Campeche

Los antiguos mayas designaban al árbol con el nombre de "ek", el colorante lo obtenían hirviendo los trozos del árgol, recogiendo el sedimento, que se secaba por evaporación, y con el tinte seco formaban marquetas o sean pastas no labradas que tenían un color que variaba del negro brillante al café.

La tintura designada como Indigo o añil mexicano, se obtiene de una planta llamada por los aztecas "xiuhquilitl pitzahuac" y "choh" por los mayas.

#### Tintes de Origen Mineral

Los aztecas utilizaban al yeso (chimaltizatl) para preparar el color blanco; se usaron también para preparar tintes de varios colores, a los óxidos de fierro, hematita  $Fe_2O_3$  de color rojo sangre, al que los aztecas lo llamaban tlautli; limonita  $Fe_2O_3$  con varias moléculas de agua y de color café oscuro; algunas hematitas impuras presentan un color amarillo ocre con el pigmento azul de una arcilla mineralizada; el color negro lo preparaban con carbón vegetal o con carbón de huesos. La giobestita  $MgCO_3$ , de color blanco, amarillento o blanco grisáceo fue también muy utilizada lo mismo la malaquita  $Cu_2(CO_3)(OH)_2$  carbonato de cobre con hidroxilos, de color verde o verde oscuro; los mayas mezclaban los colores con el barniz de copal, las diferentes coloraciones las obtenían por mezclas de los colores primitivos; mezclaban también tintes vegetales, animales y minerales, la intensidad del tinte se controlaba con el alumbre  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$  y con  $FeSO_4$  "caparrosa", con estos ingredientes se preparaba una pintura que estaría considerada en la actualidad como de "aceite" y con ella se pintaba el interior de sus templos (10).

Los mayas podían preservar la destrucción de los huesos del cráneo de los personajes de la dinastía de los Cocomes, "la casta reinante en Mayapán, Yuc., a los que se les cortaba la cabeza quitando la piel de los cráneos y aserrando la mitad de la coronilla para atrás,

dejaban lo de adelante con la quijada y los dientes (Ianda). Luego substitufan la parte carnosa de la cara con una especie de resina y eran colocadas, junto con las estatuas que contenfan las cenizas, en los oratorios de sus casas y en días de fiesta les ofrecían comida" (10).

En el Cenote Sagrado de Chichén Itzá, se encontró un cráneo con esas características, según Morley en Quiché (Guatemala) se halló la parte delantera de una calavera humana envuelta con una capa de estuco, que había sido modelada imitando un rostro humano.

La información anterior demuestra que las mascarillas funerarias se fijaban tanto a las mandíbulas como a la frente de un cráneo, con una resina que servía de pegamento y de aromatizante; probablemente la resina era el latex del hule recién extraído del árbol llamado por los aztecas "Holuahuitl y Olicuahuitl" y por los mayas "K'iche" (20).

Martín de la Cruz lo describe en su obra (pág. 181, clave F.31r), con el nombre de "olli", y lo utiliza mezclado con otras yerbas medicinales, para preparar lavados intestinales para combatir a la disentería; la segunda cita sobre el "olli" se encuentra en la obra del protomédico de Felipe II Rey de España, Francisco Hernández, (págs. 48 y 196 ), (21).

Esta información nos demuestra que el hule era ya muy conocido, por varias tribus que poblaban la República Mexicana, principalmente, mayas, zapotecas y aztecas.

En los objetos extraídos del Cenote Sagrado del Chichen Itzá, se describe a "una serpiente de color oscuro con una banda en el cuello, y esta era precisamente de la forma y tamaño de una víbora ponzoñosa de Yucatán. Se pasaron algunos segundos antes de convencernos de que sólo se trataba de una víbora de goma. No obstante haber sido hecha probablemente antes de J.C., tenía toda la elasticidad de la goma vulcanizada, una substancia vuelta a inventar por Goodyear en los tiempos modernos. Después de tantos siglos de invención se hubiera deshecho al estar expuesta al aire, así es que sin dilación la arrojé dentro de un líquido preparado para preservar goma" (9).

"Se encontraron algunas muñecas hechas de madera adornadas con copal plástico y goma. Están perfectamente formadas y su color y decoración hechas con mucho arte, teniendo algunas, piernas y giratorios, por medio de uniones hechas de goma" (9).

El hule era usado también en la fabricación de pelotas que se utilizaban en el "juego de pelota", por lo tanto México fue uno de los primeros países del mundo, que fabricaba con hule juguetes y pelotas del mismo material (10).

## El Papel Indígena

La primera información que se conoció en Europa, sobre la fabricación del papel indígena se encuentra en unas notas del cronista Pedro Martir (10) quien indicó, que los indígenas en unas "hojas de cierta delgada corteza interior de los árboles, que se cría debajo de la corteza superior, creo que se llama philira". "La corteza interior era una red de mallas estrechas y la enbetunaban con unto fuerte cuando estaban blandas, les daban la forma con algo parecido al yeso, Bernal Díaz del Castillo, indica que "los Librillos de un papel de corteza de árbol que llaman amatl". Otros cronistas indican que de las pencas del metl (maguey, se hace papel que emplean los pintores y que se requiere para los sacrificios".

La descripción más completa de la fabricación del papel indígena, se encuentra en los datos aportados por el proto médico de Felipe II Francisco Hernández estudiados y recopilados por Hans Lenz; Hernández relata que en 1570 observó en Tepoztlán, pueblo cercano a Cuernavaca, que los artesanos que fabricaban el papel, cortaban las ramas gruesas del Amaquahuitl, descrito en su obra editada por la UNAM, en el Tomo II, Vol I, pág. 83 (21); árbol que crece en los montes de Tepoztlán; "las ramas se maceran con agua y se dejan remojar durante la noche en los arroyos o ríos. Al día siguiente se les arranca la corteza y, después de limpiarla de la cutícula exterior, se extiende a golpes con una piedra plana pero surcada de algunas estrías, y que se sujeta con una vara de mimbre sin pulir doblada en círculo a manera de mango.

Cede aquella madera flexible; se corta luego en trozos que, golpeados de nuevo con otra piedra mas plana, se unen fácilmente entre sí y se alisan; se dividen por último en hojas de dos palmos de largo y medio aproximadamente de ancho, que imitan nuestro papel mas grueso y corriente, pero son mas compactas y más blancas, aunque muy inferiores a nuestro papel más terso. Sé que otras naciones fabrican de cortezas de árboles el papel, cada una a su manera; que los chinos producen el más delgado y terso, cual tenemos en nuestras tierras; que así como en otro tiempo de junco, ahora fabrica el Viejo Mundo de lino reducido a polvo, pero aquí nos referimos solo al pepel mexicano".

Hernández (21) describe además, al Tlacoamatl o vara papirácea (pág. 85) y al Amatzauhtli o gluten papiráceo (pág. 85) que seguramente se utilizaban también en la fabricación del papel, finalmente cita al "Amacoztic" o papiro amarillo (pág. 84).

El papel indígena tenia una característica, no se corre en él, la tinta.

Lenz indica que Frederick Starr en 1898 relata sus investigaciones entre Otomíes y dice que en algunos pueblos aún florece el arte de hacer papel y que emplean la corteza del moral (tlacoamatl o vara papirácea descrita por Hernández) y queda un papel blanquizo; de la corteza del "xalama" obtienen un papel purpurino; "la corteza la recogían cuando el árbol está en savia; se le deja secar para guardarla después; como -

base para macerar la corteza se utiliza una tabla. Una piedra mas o menos rectangular con unas ranuras en las esquinas que servían para empuñarla con facilidad, se empleaba como batidor. La corteza se lava cuidadosamente con agua de Cal,  $(Ca(OH)_2)$ , que toman del maíz que preparan para las tortillas; se vuelve a lavar con agua fresca y finalmente, se le sujeta a un cocimiento hasta que se desmenuza en tiras delgadas. Estas se colocan sobre una tabla en forma aproximada al contorno de la futura hoja de papel y otras tiras se ponen en el interior del cuadro así formado. Entonces se le golpea con la piedra hasta conseguir que las fibras se entrelacen, las hojas son secadas al aire y puestas en paquetes de una docena".

## CAPITULO IV

## EL DESARROLLO DE LA QUIMICA EN EL MEXICO COLONIAL

## Siglo XVI

Hernán Cortés desembarcó en las costas Mexicanas el año de 1519; durante la conquista de Tenochtitlan sus soldados tuvieron que trabajar con fraguas y fuelles, uno de ellos, Hernán Martín (5) forjó en 1519 en Villarrica (Veracruz) los primeros hierros que traían como equipo y que había venido de España; más tarde en Tlaxcala forjaron piezas para los bergantines que utilizó Cortés en la conquista de la ciudad; los hechos anteriores trajeron como consecuencia el que los indígenas aprendieran a fabricar fuelles. En el libro del maestro Modesto Bargalló, se indica que el capitán Francisco Montaño y sus soldados, recolectaron azufre del crater del Popocatepetl, por órdenes de Hernán Cortés para fabricar pólvora.

En 1520 los conquistadores fabricaron en Chimantla, Edo. de Puebla, lanzas de cobre con material del país, el armero que lo logró fue Andrés Tavilla.

Para fabricar piezas de artillería, se utilizó al bronce (liga metálica de cobre y estaño), preparado con cobre y estaño obtenidos en Taxco (Edo. de Guerrero). La minería se inició en 1525 con la explotación de la mina de Plata de Villa del Espíritu Santo (Compostela, Edo. de Sinaloa) y se intensificó a partir de 1530 en las zonas mineras de Zacualpan, Amatepec, Temascaltepec y Sultepec, en el Edo. de México; Taxco y Zumpango en el Edo. de Guerrero; Tlalpujahua en el Edo. de Michoacán y Real del Monte en Pachuca (Edo. de Hidalgo).

Paralelamente con el desarrollo de la química metalúrgica, se dan a conocer en 1552, los conocimientos indígenas sobre el aprovechamiento de los productos orgánicos de la flora mexicana en el tratamiento de las enfermedades en el opúsculo escrito en náhuatl, por el médico azteca Martín de la Cruz y - traducido al latín por Juan Badiano, obra que se le entregó al Sr. Francisco Mendoza, hijo del Virrey de México, don Antonio de Mendoza para que se lo enviara al rey de España, objetivo que nunca logró.

Independientemente, a este hecho, Felipe II rey de España, envió a México en 1570 a su protomédico Francisco Hernández para que estudiara a la flora mexicana y su aplicación para combatir a las enfermedades, trabajo que se terminó en 1577; el siglo XVI termina con la implantación de una nueva tecnología, para el beneficio de los minerales de oro y de plata, innovación que introdujo el minero "Juan Alemán", cuyo nombre verdadero era el de Juan Enchel, fundidor alemán que había sido enviado a la Nueva España por los españoles Lázaro Martín Verger y Cristóbal Kaiser (5) que llevaron a México un equipo especial "e hicieron ingenios de moler y fundir los metales".

Los minerales ricos en plata, se trituraban y se mezclaban con minerales de plomo, se fundían y la plata se incorporaba al plomo y de esta liga metálica, se separaba después a la plata.

La primera "casa de la fundición" se comenzó a construir en 1529, y en 1554 estaba ubicada en una casa que estaba construida en lo que en la actualidad es el Departamento del Distrito Federal en la Plaza de la Constitución o sea nuestro famoso "Zócalo"; la primera casa de moneda (independiente

de la fundición) empezó a trabajar en 1536 y estaba ubicada en el lugar que hoy ocupa el Nacional Monte de Piedad.

En la fabricación de monedas se utilizó el obre procedente de las fundiciones de Michoacán; para la fabricación del bronce (aleación de Sn, Cu) se usó el estaño obtenido en Taxco (Edo. de Guerrero) y de Ixmiquilpan (Edo. de Hidalgo). El bronce fue empleado en la fabricación de campanas, proceso que aprendieron los indígenas y que en poco tiempo dominaron, llegando a ser verdaderos peritos. El fierro se obtuvo de los yacimientos del cerro del mercado (Edo. de Durango) descubierto en 1552 por el capitán Ginés Vázquez del Mercado (5),

El método de amalgamación para beneficiar minerales de plata, fue desarrollado en México en el año de 1555 por el minero español Bartolomé de Medina; el método también fue citado en una publicación en italiano "Pirotecnica" en 1540 (quince años antes que Medina) debida a Biringuccio (5); de acuerdo con este autor, indica que fue una idea muy ingeniosa del inventor para poder extraer oro y plata de los desperdicios y las escorias de los fundidores, sin necesidad de las fundiciones, empleado solamente el mercurio, que se amalgama de inmediato y en frío, al oro y a la plata, describe una técnica, que requiere una trituración previa del material, humedeciéndolo con vinagre o agua en la que se ha disuelto sublimado, verdete y sal común; se añade mercurio para cubrir los materiales, se agita por una o dos horas, se añade mas mercurio entre mas se fragmente y se agite, finalmente se separa el mercurio del material con un tamiz o por lavado y se procede a la recuperación del mercurio, Biringuccio da algunos otros detalles y dice que a la persona que le dio este secreto, le dio una "corona con un diamante con valor de 25 ducados" (5).

El maestro Bargalló en su obra, llama la atención sobre los dos hechos, uno que el proceso de amalgamación sigue técnicas distintas, "si se aplica a residuos de metales en mezcla que son escorias o integrantes de minerales, por lo que se deduce que el autor o sea Biringuccio no lo realizó experimentalmente, y el - segundo que la obra escrita por el alemán G. Agrícola (1494-1555) "De re metálica" tratado de minería y metalúrgica, publicado en 1556 un año después de su muerte y 15 años después de la obra de Biringuccio, no menciona para nada a la amalgamación de menas de plata, a pesar de citar muchos aspectos de la obra del italiano.

Medina realizó muchos esfuerzos probando el método "muchos e diversas veces y habiendo gastado mucho tiempo, dinero e trabajo de espíritu".

El alcalde de corte de México Berrio de Montalvo, dice en un memorial de 1643, que el propio Medina, había declarado en 1555, que en España tuvo pláticas con un alemán sobre que "se podía sacar la plata de los metales sin fundición ni afinaciones y sin otras grandes cosas"; nunca fue aclarado ni por los investigadores alemanes quien fue la persona que menciona Medina.

Bartolomé de Medina (1530-1580), originario de Sevilla (España) nacido en Medina del Río Seco, clérigo dominico, que había descollado en teología y asentado en el mineral de Pachuca (Edo. de Hidalgo), desarrolló por primera vez en el mundo el método de amalgamación —proceso que se designó con el nombre de "beneficio del patio" y que requería que el mineral extraído de las minas, donde antes se fundía con ayuda de lumbradas, se llevara a un patio para que se beneficiara; el proceso requería de 4 etapas siendo la primera la molienda del mineral, la segunda consistía en el amasado del mineral pulverizado, humedecido,

y al que se añadía sal y mercurio, operación que se realizaba con los pies de los indígenas mineros; en la tercera se lavaba la masa para separar la amalgama, y en la última llamada desazogado, se extraía la plata de la amalgama y se recuperaba parcialmente el mercurio o azogue.

El proceso de amalgamación de Bartolomé de Medina, se inició en la mina "Purísima Grande", cercana a Pachuca y en cuyos patios de trituración se hicieron las primeras pruebas con buenos resultados; unos cuantos años después el proceso se seguía en las minas de Pachuca (Edo. de Hidalgo), Taxco (Edo. de Guerrero), Sultepec, Zacualpan, Temascaltepec (Edo. de México) y Tlalpyjahua (Edo. de Michoacán); el mercurio que se requería se obtenía en Zacatecas.

El proceso de amalgamación en frío, pasó de México a Perú en 1571-1572, fue llevado por Pedro Fernández de Velasco que había residido en México hasta 1566; el método se desarrolló en el Potosí (Perú).

Más tarde en Perú se realizó una modificación al proceso original, modificación que ya antes se había realizado también en México (1566) y que consistía en la amalgamación en caliente o sea el calentamiento suave por debajo de los cajones de madera que contenían la amalgama o bien las lajas en donde estaba depositada, con lo que se aceleraba el beneficio.

A un minero de Taxco (Edo. de Guerrero) Juan Capellán, se le concedió en 1576, la merced para usar su nueva invención para sacar la plata con azogues o mercurio y que consistía en destilar la amalgama en un horno especial, para recuperar el azogue.

El horno tenía la forma de una campana o capelo y no se conoce si el nombre que se le dió de Capellina, es por que su inventor fue Capellín que lo introdujo en 1572; o bien si por que tenía la forma de un capelo o de una caperuza.

El proceso de amalgamación fue dado a conocer en la primera publicación del mismo en 1591, en la obra denominada "Historia Natural y Moral de las Indias" fue escrita por P. Acosta (Sevilla 1590) y en ella se hace relación a la forma como se practicaba en Perú el procedimiento inventado en México.

Otra publicación de 1591 en la que se menciona el proceso de la amalgamación, fue debida al Dr. Juan Cárdenas, llamada "Problemas y Secretos Maravillosos de las Indias", editada en México (5 y 18).

A fines del siglo XVI Gómez de Cervantes cita en su Memorial al proceso de beneficio por medio del azogue; Alberto M. Carreño publicó en México en 1944 la obra "La Vida Económica y Social de Nueva España al Finalizar el Siglo XVI" (Editorial Robredo) y en ésta se describe con detalle el Memorial de Gómez de Cervantes.

En 1580 se fabricó en México el ácido nítrico, conocido también con el nombre de agua fuerte, nombre dado en el siglo XIV por el alquimista de Mayorca Ramón Llull; la preparación en México la hicieron en 1558 algunos soldados que acompañaron a Hernán Cortés; años mas tarde las primeras fábricas se establecieron en Zumpango (Edo. de México).

El agua fuerte era indispensable para apartar el oro de la plata ya beneficiados.

El método de amalgamación que se inició en 1955, requería de la sal o cloruro de sodio, por lo que la explotación de las salinas cobró enorme importancia; las principales salinas marinas se establecieron en la Costa del Pacífico, Culiacán (Edo. de Sinaloa), San Blas (Edo. de Nayarit), Colima y Acapulco (Edo. de Guerrero). Las salinas del Golfo de México abastecían a las minas del norte y del centro de la República.

La fabricación del jabón requería de la sosa cáustica, la que se extraía por lixiviación de las cenizas de plantas, principalmente de la conocida con el nombre de "jarilla".

Los indígenas mexicanos que no conocían al jabón, lo substituían con plantas que tenían la propiedad de hacer espuma al restregarse con el agua y con ésta se bañaban; la usaban también para lavar su ropa.

Las plantas que utilizaban eran la raíz de Amoli o Amole; el término náhuatl "Amolli", se utilizaba para designar a las plantas jabonosas.

Francisco Hernández, protomédico del rey de España Felipe II, describe en el libro I de su obra, pág. 93, a las siguientes plantas (21):

- a) Amolli (jabón indio) "hierba pequeña de raíz gruesa, corta y fibrosa.
- b) Yyamolin "arbusto de raíz ramificada", se emplea como medicamento y para lavar la ropa.

- c) Amolxochitl (flor de amolli) se emplea también para el lavado de ropa.
- d) Apintli (hierba erguida) se usa la raíz bulbosa y fibrosa para lavar la ropa.

El agua en que se ha remojado la raíz por algún tiempo después de machacarla, se emplea como remedio contra las mordeduras de serpientes venenosas.

La espuma que producen al restregarse en el agua es debida a un grupo de sustancias denominadas "saponinas".

Las saponinas contienen glucósidos (combinaciones de azúcares con alcoholes vegetales) que están caracterizados porque forman disoluciones coloridas con el agua, que producen espuma cuando se agitan. Las saponinas son fuertemente venenosas para los peces.

Las saponinas se conocen poco al estado de pureza, pero sus aglicones, (que ya no contienen azúcares) están bien caracterizados y se designan con el nombre de sapogeninas.

Se conocen dos grupos de sapogeninas, uno contiene alcoholes triterpénicos pentacíclicos o bien esteroides y otro que contiene sustancias isoprenicas del tipo de la sarsasapogenina. Se conocen más de 25 sapogeninas.

"La raíz de Amole se llegó a usar en Europa para el lavado de tejidos delicados que el jabón común y corriente deteriora. Aún en la actualidad, a pesar del avance tan grande de la tecnología que

mica, no se encuentra en el mercado un detergente suave del tipo de los alquilbencen-sulfonatos, que pueda substituir al "jabón indio".

En el siglo XVI se explicó el proceso de amalgamación sobre la base de ideas alquimistas, en la obra del Dr. Juan de Cárdenas, editada en México en 1591, se habla sobre la amistad y enemistad de los metales, que en términos actuales se relacionaría con la afinidad, se hablaba también sobre la influencia del sol y de los planetas, se declaraba que "primero, la grande amistad, semejanza y analogía, que el sol tiene con el oro, y assi mesmo las admirables propiedades que al oro particularmente le resultan, dela tal semejanza" (18).

En dicha obra se discute también el empleo de "la sal, que se echa como material caliente, sirva de dar calor, y actuar el azogue y otro si ayudar a recozer, fermentar y esponjar todo aquel metal por que mejor le puede penetrar el azogue, y abrazarse con la plata".

## Siglo XVII

En este siglo el proceso clásico de amalgamación sufrió algunos cambios con el objeto de tener mejores rendimientos de plata; el proceso modificado fue dado a conocer en la obra que escribió el viajero italiano Gemelli Carreri quien visitó Pachuca (Edo. de Hidalgo) en 1697 y observó el proceso de amalgamación modificado que se inició en 1599, y que consistía fundamentalmente en la (a) "molienda" del mineral seco pobre en plata con mazos de madera resistente y morteros de fierro, movidos por una rueda hidráulica o bien por caballos; el material rico en plata se separaba previa

mente para ser fundido.

El mineral molido se cernía y la parte fina se depositaba sobre el piso, formando un montón que se requería de 18 a 35 quintales de material finamente molido, el piso del aposento debería estar bien ventilado, se colocaba en un patio a cielo abierto.

La segunda fase (b) en humedecer el material y agregar sal a razón de 3 libras por quintal y se mezclaban lo mejor posible, traspaleando los montones; esta fase se designaba como "ensalmoreado".

En seguida se procedía al "Curtimiento" (c) siempre que el mineral proviniera de una mena que no fuera muy apta para beneficiarse, para lo cual se añadía el magistral (que consistía en pirita de cobre tostada y pulverizada, que se agregaba a razón de 10 libras por montón); a continuación se agregaba el azogue o mercurio de 10 a 12 libras por montón y se procedía a "repasar" (d) El "repaso" consistía, en extender el material en el piso, y la torta que se formaba se trillaba con los pies de los mineros que más tarde fueron substituidos por acémilas; el repaso duraba de 3 semanas a un mes; en seguida se procedía al "lavado" (e) del material que se colocaba en tinas grandes con agua, y se agitaba por medio de molinetes separándose la amalgama de plata o "pilla" de los lados finos. Finalmente, se procedía al "desazogado" (f) separando la plata del mercurio por destilación en una "Capellina".

La plata junto con la pequeña cantidad de oro que pudiera contener, se refinaba por fundición (g) y se modelaba en planchas (5).

En el siglo XVII persistieron las ideas alquimistas, en los trabajos publicados en el memorial de Luis Berrio de Montalvo (5) publicado en 1643 describe al método de amalgamación con la modificación de; el añadir agua de jarilla (barrilla) para cocer el azogue, el magistral y la sal; se aplicaba a minerales antimónicos. El autor menciona que el mercurio o azogue tiene 4 cualidades "de calentarse y calentarse, de secar y de secarse, humedecer y enfriar, agregando la barrilla, la que tiene la propiedad de darle humedad al azogue".

El requerimiento del azogue o mercurio que presentaba el proceso de amalgamación, obligó a que se explotaran en 1676 los yacimientos de cinabrio (HgS) localizados en Chilapa (Edo. de Guerrero) y en Temascaltepec (Edo. de México).

Otra industria química que floreció, fue la alfarería que influenciada por la española, logró grandes realizaciones de los alfareros indígenas, en 1625 se estableció la primera fábrica en Tlaxcala y ya para 1693 Puebla contaba con 46 fábricas (5).

La alfarería era dominada por los indígenas desde la más remota antigüedad, se ha fijado su inicio en el período del Horizonte Arcaico, llamado también Preclásico y que corresponde a las más antiguas culturas en donde apareció la cerámica y la agricultura en la región de Mesoamérica; a este período le sigue el Clásico que su mejor ejemplo es el de Teotihuacan (10).

Las primeras figurillas y utensilios que se fabricaron, estaban constituidos por barro de color ligeramente amarillento, que fueron evolucionando al emplear barro negro grisáceo y que comenzaron a pulirse, al

paso de los años se desarrolló la decoración tanto interior como exterior de las vasijas, llegando a la cerámica policroma de magnífico acabado artístico; cada núcleo indígena contaba con su cerámica característica y que corresponden a las culturas tolteca, chichimeca, azteca, mixteca, maya, tarasca, totonaca, huasteca y otras menos importantes (10).

### Siglo XVIII

Los procesos metalúrgicos se siguieron modificando, en 1758 se desarrolla el beneficio del proceso de amalgamación en caliente que requería de estufas, modificación que se había iniciado en 1589 en Perú; esta modificación se aplicó a los minerales de Real del Monte (Estado de Hidalgo), Sultepec y Temascaltepec (Estado de México) y Guanajuato.

El proceso modificado fue publicado en 1758 en el libro "Arte o Nuevo Modo de Beneficiar los Metales de ORO y PLATA y de PLATA con ley de ORO, por el Azogue", este proceso fue inventado por su autor, el clérigo y minero Don Juan Ordóñez y Montalvo (5).

En 1783 Juan Cornejo trajo del Perú, la idea de substituir el "trillado" de las tartas por los pies de los peones, por caballerías.

En 1761 se publicó un estudio sobre el estado que guardaba la explotación de minas en Nueva España, desde un punto de vista histórico, científico, legal y jurídico con el objeto de proponer reformas, el estudio se denominó "Comentarios a las Ordenanzas de Minas" y contenía, además una revisión técnica de la minería y del beneficio de metales. Una comisión de los propietarios de las minas de Nueva España prepararon en 1774 una "Representación" que fue enviada al rey de España y en la que solicita

taban les fuera concedido el crearles un "Tribunal de Minería" que los dotara de nuevas ordenanzas que reemplazaran a las que tenían —que llevaban más de dos siglos en vigor—, solicitaron además que se creara en México un Colegio o Seminario de Minería, que tendría como objetivo, formar el personal que se requería para dirigir el laboreo de las minas y el beneficio de los metales, de manera que los minerales pobres que se desechaban, se aprovecharan empleando mejores métodos para el beneficio de la plata (5).

En España durante el reinado de Carlos III (1759-1788), se produjeron grandes cambios académicos en sus Universidades, debido principalmente a la influencia francesa. Carlos III deseaba fomentar la minería en la península ibérica para lo cual pensaba contratar técnicos extranjeros, por lo que se fundó en Almadén en 1756, la Real Academia de Minas bajo la dirección del mineralogista alemán Henrich C. Storr, ocupando después la Dirección General de las minas de esa región (18).

Un ministro de Carlos III, el Conde de Aranda promovió grandes reformas en las universidades, logrando que la enseñanza fuera más positiva tomando como base la observación y la experimentación de manera que las Ciencias Naturales y la Medicina tuvieran una mejor sustentación.

Se hicieron en Madrid en 1770, las fundaciones del Jardín Botánico ya reorganizado y en 1771 el Museo de Historia Natural, se crearon los Reales Colegios de Cirugía de Cádiz (1748), de Barcelona (1764) y la de San Carlos en Madrid; se organizaron expediciones de naturalistas, la designada para la Nueva España llegó en 1787, (no hay que olvidar que 210 años antes

o sea en 1577 el médico personal de Felipe II rey de España, fue enviado a México en 1570 para estudiar las plantas y flora medicinal de los Aztecas, trabajo que terminó en 1577, desgraciadamente murió antes de publicar sus escritos y una parte de éstos se desintegró en 1671 por un incendio en el Escorial (18).

Se publicaron en México y en Italia, importantes extractos de sus obras, en las que mencionan mas de 1,200 plantas que utilizaba la terapéutica azteca.

Las consecuencias de la expedición de los naturalistas en México en 1787, fueron la creación al poco tiempo, de:

#### 1) Colecciones Mineralógicas

El primero de Enero de 1792 se inauguró el Real Seminario de Minería, cuya estructuración se venía estudiando desde que se aprobaron las peticiones de los mineros de la Nueva España, de que se les creara un "Tribunal de Minería" y se les autorizara para fundar en la Ciudad de México un "Colegio o Seminario Metálico" presentadas en 1774.

"El Real Tribunal General de Minería se creó en México por Real Cédula del 1º de Julio de 1776. En 1783 se aprobaron las Reales Ordenanzas de Minería con las bases para la creación del Colegio de Minería, finalmente el Real Seminario de Minería fue inaugurado en 1792, siendo su primer director un mineralogista famoso Fausto de Elhuyar y Zúñiga quien junto con su hermano Juan José se habfan distinguido por sus actividades en el Real Seminario de Bergara y en la Real Sociedad Vascongada.

Los hermanos Elhuyar estudiaron metalurgia y métodos de minería en los centros más famosos de Europa: Freiburg, Noruega y Suecia, en el Tirol-Austria y en Inglaterra.

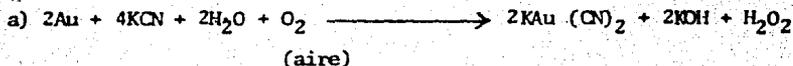
Tuvieron trato con los químicos más famosos de aquella época, descubrieron en 1783 el elemento Wolframio o Tungsteno, hecho que les dió gran renombre.

Es verdaderamente sorprendente el que los aztecas hayan representado al Oro por un glifo , que nos recuerda los símbolos de Dalton.  De acuerdo con el historiador Doctor J. Ortega Rivera (1), los españoles ocuparon Pachuca en 1528, pero existen indicios de que los nahuas trabajaron las minas ahora llamadas de Real del Monte antes del arribo de los españoles; P. Coldis (22) menciona en su artículo "Las Fermentaciones en la Industria" (Naturaleza, Núm. Especial, México 1973) el proceso de "Fermentación de los Metales". "En este proceso se pulveriza el mineral (los aztecas lo lograban con martillos de piedra), en seguida trituraban una planta huasteca, los mezclaban y los colocaban en una tina llena con barro húmedo a las que agregaban bolas de barro cocido y los dejaban fermentar durante 8 días; al cabo de los cuales, se encuentran a las bolas de barro recubiertas de una capa de oro muy delgada" y de acuerdo con otros historiadores, usaban "ciertas yerbas" que después de la Conquista se convirtieron en secreto muy grande y que fuera de algunos indígenas, nadie lo conoce hasta nuestros días.

Ahora se conoce que los mexicas trabajaron la mina del Xicul a fines del siglo XIV, ubicada en lo que ahora es la Unidad de San Juan Pachuca.

Después de la conquista la región minera de Pachuca se explotó a partir de 1557 a 1906 por el método de amalgamación del Patio realizado por Bartolomé de Medina y que en 1902 se montaron los "tanques Pachuca" en donde se empleó el método de beneficio por cianuración.

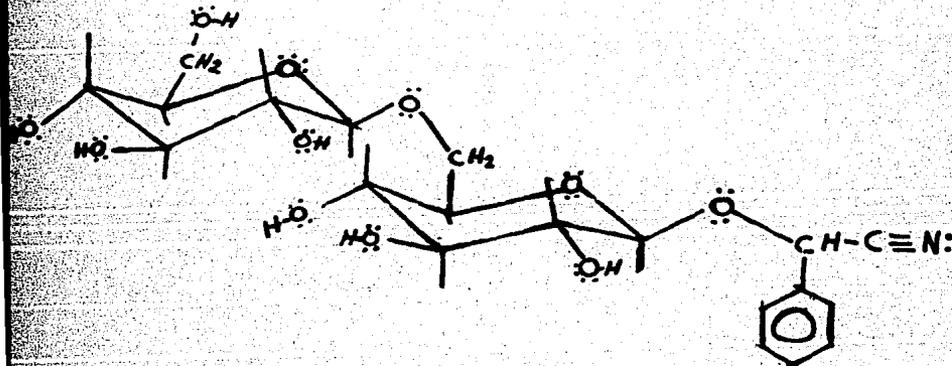
Este método descubierto por el inglés Mac Arthur, emplea soluciones de KCN muy diluida (del 0.1 al 0.01%) y las pone en contacto con el mineral pulverizado, las reacciones que se producen son las siguientes"



Después del reposo por 3 semanas se agregan pedacera de Zn y el Au se desplaza quedando en libertad.

El gran secreto de los aztecas era el de emplear plantas que contienen glucósidos con el agrupamiento nitrilo, que al hidrolizarse formarían al ión cianuro, que produciría el KCN, que finalmente formaría el complejo con el Oro.

Este hecho demuestra en primer lugar el alto grado del conocimiento que se tenía en el siglo XV de los componentes de las plantas, y en segundo que el procedimiento de cianuración empleado en Europa y en México a principios del siglo XX, era ya conocido por los aztecas en el siglo XV.



Aulgalina (30).

## CAPITULO V

## DESARROLLO DE LA QUIMICA EN MEXICO INDEPENDIENTE

Al desaparecer la Pontificia Universidad de México en el año de 1833 (12 años después de la Independencia de México), el vicepresidente de la República Dr. Valentín Gómez Farías, creó varios establecimientos para sustituirla; en el de Ciencias Médicas se creó la Sección de Farmacia y del de Física y Matemáticas dependía el Colegio de Minería que trabajó con esta designación hasta 1867. A partir de 1868 y hasta 1883 se llamó Escuela Especial de Ingenieros; a partir de 1884 se designó como Escuela Nacional de Ingeniería. Esta institución heredera del Real Seminario de Minas, continuó preparando profesionales ligados a la minería, se crearon las carreras profesionales de Ensayador y Apartador de Metales y la de Ingeniero de Minas, mas tarde al reformarse los planes de estudio se crearon las carreras de Apartador de Metales y de Ensayador; también se creó finalmente la carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista.

Es interesante conocer el número de titulados tanto en el Real Seminario de Minas como en las escuelas que lo heredaron.

## Real Seminario de Minas

1792 a 1827

11 egresados (Peritos y -  
Facultativos de Minas).(18)

## Escuela Especial de Ingenieros

1868 a 1883

45 Ensayadores y Apartadores  
de Metales.

y Escuela Nacional de Ingeniería  
1884 - 1916. (23)

39 Ingenieros Mineros  
2 Ingenieros Mineros y  
Ensayadores y Apartadores  
de Metales  
1 Apartador de Metales  
6 Ensayadores  
46 Ingenieros de Minas y  
Metalurgistas

T o t a l 150

Las cátedras de Río de la Loza, la química de la Sección de Farmacia y la de Química Médica de Medicina, repercutieron en otras asignaturas, en el caso de la correspondiente a Farmacia, su maestro fundador José Ma. Vargas, fijó como libro de texto en 1846 al Tratado de Farmacia de E. Soubeiran, profesor de la Facultad de Medicina de París; en la cátedra de Farmacología, su profesor o sea el Dr. Erazo fijó como texto en el mismo año (1846) la obra de Bouchardat "Manual de Materia Médica".

La bibliografía científica era exclusivamente francesa de acuerdo con la lista de textos fijada en 1846 en la Escuela de Medicina

| CATEDRAS          | AUTORES   | CATEDRATICOS |
|-------------------|-----------|--------------|
| Física            | Pouillet  | Pascua       |
| Anatomía          | Bayle     | Andrade      |
| Fisiología        | Magendie  | Carpio       |
| Patología Externa | Chelliuz  | Durán        |
| Clínica Externa   | Tabernier | Torres       |

|                    |            |                      |
|--------------------|------------|----------------------|
| Patología interna  | Grisolle   | Vértiz F.            |
| Clínica interna    | Baciborski | Jiménez              |
| Obstetricia        | Hatiz      | Espejo               |
| Medicina Operativa | Malgaigne  | Vértiz J.            |
| Medicina Legal     | Bayard     | Liceaga              |
| Química            | Lassaigue  | Río de la Loza (24). |

Otros textos que se usaron además fueron los siguientes:

- "NOUVEAUX ELEMENS DE PHARMACIE"  
Por A. ANDOUARD  
Pharmacien  
Professeur De Chimie a L'école de Médecin et De Pharmacie De Nantes.  
Paris 1874 Librairie J. B. Bailliere et Fils.
- Traite de Pharmacie  
E. Soubeiran. Huitieme Edition, Entierement  
Refondue Par M. J. Regnauld.  
Professeur a la Faculté de Medicine de Paris  
Paris G. Masson, Editeur 1875.
- A. Bouchardat  
Manual de Materia Médica  
1856 Paris.
- Chimie Appliquee Aux Arts  
Mr. J. A. Chaptal  
Paris (1807) (libro sin ninguna fórmula).
- Elementos de Química  
Mr. J. A. Chaptal 1794  
Traducción del francés al español por H. A. Lorente.
- Elements de Chimie appliqué a la MEDECINE ET AUX ARTS  
1836 Paris.
- Knapp  
Chimie Technologique et Industrielle  
Paris 1870.

Los textos sobre el análisis químico mineral que se enseñaba en el Colegio de Minas, eran de origen alemán, algunos de éstos traducidos al francés.

A partir de 1916 los estudios de metalurgia pasaron a la recién creada "Escuela Nacional de Química Industrial"; esta escuela cambió su nombre al año siguiente por el de Facultad de Ciencias Químicas.

La información anterior permite afirmar que en el siglo XIX existieron en México, dos centros educativos en donde se enseñaba química, uno el Seminario de Minas, que se transformó después en Escuela de Minería que dio origen a la Escuela Nacional de Ingenieros y otro que fue la Sección de Farmacia del Establecimiento de Ciencias Médicas que también se transformó en la Escuela Nacional de Medicina.

En este último centro, se comenzó a enseñar la química en la Sección de Farmacia; su primer profesor fue el cirujano, farmacéutico y médico Leopoldo Río de la Loza quien nació el 14 de noviembre de 1807, al terminar sus estudios primarios, ingresó al Colegio de San Ildefonso, en esta época conoció al Dr. José Ma. Vargas que enseñaba Botánica en esa Escuela y en la de Medicina, además era el encargado del Jardín Botánico del Palacio, quien lo motivó para estudiar mas a fondo a esta ciencia.

Al terminar sus estudios de enseñanza medica, asistió a las clases de Química que impartía el Prof. Manuel Cotero en el Colegio de Minas, ingresó a la Escuela de Cirugía a seguir estudios profesionales y continuó estudiando Botánica; los estudios de cirugía se hacían aparte de la Medicina; obtuvo su título a los 10 años en 1827 y por ser propietaria su madre de una Farmacia, se habilita como Farmacéutico Práctico, con dispensa del Congreso para ejercer por faltarle 4 años de edad del término que marcaba la ley. (25)

Siguió estudios profesionales de Médico y recibió su título en 1833. Cuando terminó sus estudios de Médico siguió estudiando química en su laboratorio, ingresó como profesor asistente en 1826 a la Sección de Farmacia del Establecimiento de Ciencias Médicas.

Utilizó como libro de texto el de Orfila, publicó en 1839 los análisis de las aguas potables de México, en 1844, los análisis de agua de Atotonilco, y Teotihuacan, por esta fecha comenzó a estudiar productos orgánicos. En 1843 fue nombrado profesor de química de la Escuela de Medicina y del Colegio de Minería, fijó como libro de texto para Medicina la obra de Lassaigue escrita en 1842, en esta obra se mencionaban ya 53 elementos químicos, en el mismo ya aparecen las fórmulas de los compuestos, pero aún no se escriben las reacciones químicas, en 1845 desempeñó además el cargo de Profesor de química con aplicación a las Artes y a la Agricultura en el Gimnasio Mexicano (en Alemania el nivel de "Gimnasio" es equivalente al de Preparatoria).

\*Río de la Loza trabajó asiduamente en la ordenación y revisión de la primera Farmacopea Mexicana (1849) intervino también en la preparación de la Nueva Farmacopea Mexicana (1874). (25), (26), (27).

El análisis químico comenzó a cobrar mucha importancia en Medicina y en 1867 se crea la cátedra de análisis químico siendo Río de la Loza, su primer profesor.

La información anterior nos demuestra como se fue haciendo más importante el análisis químico en los estudios de Farmacia y Medicina por sus diferentes aplicaciones, que el desarrollo en el Colegio de Minas usado exclusivamente con fines metalúrgicos. En cambio en el Real Seminario de Minería la influencia alemana se inicia con el profesor Andrés Manuel del Río quien había realizado estudios de perfeccionamiento en metalurgia en la Escuela de Minas de Freiberg (Alemania), y en donde conoció al estudiante Alexander von Humboldt con quien estableció una estrecha amistad, otro de los pioneros fue Fausto de Elhuyar y Zúñiga que contaba también con una gran preparación química; a los 22 años después de haber estudiado en el Real Seminario de Vergara, él y su hermano José fueron enviados a estudiar Metalurgia y Métodos de Minería a los centros mineros más famosos de Europa, recibieron clases de Química de sus célebres maestros Scheele y T. O. Bergman, visitaron las minas de Tirol, la de las montañas Carintias, las de Estiria y las de Inglaterra. Los hermanos Elhuyar descubrieron al elemento Wolframio o Tungsteno, que les dió fama internacional.

A Fausto de Elhuyar se le nombró desde 1786 Director del Real Cuerpo de Minas de México, llegando a Veracruz en 1788, lo acompañaron 3 mineralogistas, un ingeniero de minas y 7 maestros mineros, todos de nacionalidad alemana; con el grupo quería explotar mejor a los yacimientos minerales mexicanos (18).

El Real Seminario de Minas inauguró sus cursos el 1º de Enero de 1792, sin embargo la clase de Química se impartió hasta 1796, el discurso inaugural fue pronunciado por Fausto de Elhuyar y Zúñiga, por lo tanto fue el primer profesor de Química en América, las clases siguientes fueron impartidas por el mineralogista alemán Luis Lidner, teniendo como ayudante a Don José Rojas; el libro de texto fue la traducción mexicana del Tratado Elemental de Química, escrito por el "padre de la química moderna", Anton Laurent Lavoisier; la traducción la realizó en 1797 el profesor Andrés Manuel del Río, quien trabajó con Lavoisier, cuando se le becó para realizar estudios en París, Francia, trabajó con él hasta el día en que fue aprehendido por los revolucionarios (abril de 1794), Del Río se disfrazó y huyó de Francia dirigiéndose a Inglaterra, pasó después a España y de allí se embarcó a México; Elhuyar había propuesto al Virrey en 1791, que la cátedra de Química del Real Seminario de Minas fuera encomendada a uno de los 2 jóvenes españoles que gozaban de una beca en la Escuela Metafísica de Schemitz (Hungría) y que la continuarían a París (Francia), los jóvenes eran Andrés Manuel del Río y Francisco Codón (18).

Del Río llegó a México a fines de 1794 al año siguiente comenzó a ordenar las muestras de piedras y minerales que poseía

el Seminario y que en base a la nomenclatura de aquella época, los clasificó como "fósiles".

La preparación metalúrgica de Del Río era excelente, estudió en Madrid y a los 17 años pasó pensionado a la Real Academia de Minas de Almadén, su profesor fue el Sr. Shtor, técnico alemán que había sido llevado a España, para mejorar su minería, a los 19 años se le volvió a pensionar tocándole ahora residir en París, estudió durante 4 años la elaboración de porcelanas en el Colegio de Francia, su profesor fue Jean Darcet, pasó enseguida a la Academia de Minas de Freiberg en Sajonia, y estudió bajo la dirección de A. Gottlob Werner, en esta Academia fue su compañero de estudios en 1784 el Bargón Alejandro de Humboldt, pasó después en 1789 a la Escuela de Minas de Schemnitz (Hungría) realizó estudios en Química Analítica, Metalurgia y en Geometría Subterránea, su profesor fue A. von Rupprecht; pasó en 1791 a Inglaterra y visitó a las industrias metalúrgicas; volvió a París en 1793, al laboratorio de Lavoisier quien preparaba la 2da. edición de tipo enciclopédico y que quedó inconclusa por haber sido arrestado y guillotinado el 8 de mayo de 1794.

Del Río preparó la primera parte de su obra "Elementos de Orictognosia o del Conocimiento de los Fósiles" según los principios de A. G. Werner, para el Real Seminario de Minería de México, se imprimió en 1795, la segunda parte de la obra se imprimió hasta 1805; este trabajo estaba inspirado en la obra clásica de Werner (\*) escrita en 1774, los fósiles los clasificaba en 2 clases: en la 1ra. figuraban las tierras y piedras y en la 2da. sales del sistema mineral de Werner.

(\*) Reconocimiento de los fósiles por sus caracteres externos". (18).

Del Río publicó en 1804 sus "Tablas Mineralógicas" dispuestas con los descubrimientos mas recientes e ilustradas con notas por D.L.G. Kaisten Consejero de minas del Rey de Prusia, Profesor de Mineralogía, e Inspector del Real Gabinete, Socio y Correspondiente de muchas academias, basadas en la TERCERA EDICION ALEMANA DE 1800 traducida al castellano, para el uso del Real Seminario de Minería, por DON ANDRES MANUEL DEL RIO.

Del Río se carteaba con su amigo el Barón Alejandro de Humboldt y le dió descripciones entusiastas de México, el segundo tomo del libro "Elementos de Oricognosia" contiene una introducción escrita por el Barón de Humboldt en su estancia en México, lo que demuestra la estrecha amistad que cultivaban; Del Río fue el autor de las primeras investigaciones mexicanas en el campo de la Química Mineral, las inició en el año de 1800, siendo auxiliado por los ayudantes Manuel Cotero y Manuel Ruz de Tejada, analizó varias menas de minas mexicanas, figurando entre éstas una de color pardo proveniente de Zimapán (Hidalgo), pensó que había encontrado un nuevo elemento y lo llamó primeramente "Zimapario" en honor a su origen, cambiándolo mas tarde por el de "Pancromo", envió en septiembre de 1802 una memoria a los "Anales de Ciencias Naturales de Madrid" algunos autores españoles lo incluyeron en las "Tablas comparativas de todas las substancias metálicas". Al nuevo elemento Del Río le volvió a cambiar nombre y lo llamó "Eritronio" por formar con los álcalis, sales que se ponían rojas, tanto si se calentaban o si se les añadía un ácido; el Barón de

Humboldt salió de Europa se embarca para América en 1799, pasa 4 años explorando diversas regiones de la América Tropical, desembarca en Acapulco el 22 de marzo de 1803, pasa por Chilpancingo, Iguala, Taxco, Cuernavaca y llega finalmente a la Ciudad de México, el viaje de Humboldt fue autorizado por el Gobierno Español, por lo que tuvo acceso a los archivos y todo lo que quisiera para formar la relación de su viaje. Visita el Real Seminario de Minería y ayuda a identificar y a clasificar ejemplares de la colección mineralógica, en los análisis químicos que practicaba, fue auxiliado por los profesores ayudantes don Manuel Ruiz de Tejada y Don Manuel Cotero (ambos egresados del Real Seminario de Minas) así como también por los profesores Andrés Manuel del Río y Luis Lidner.

El mineralogista alemán Federico Sonneschmidt que llegó de Europa acompañando a Elhuyar, se fue a trabajar a las minas de Guanajuato y a Zacatecas, encontró en esta última una gran mole de hierro nativo, fue profesor del Colegio de Minería redactó varios escritos en Español y Alemán para sus alumnos (18).

De acuerdo con la Dra. Bopp (29) antes de la inauguración del Real Seminario de Minas, por el año de 1788 llegó a México la revista española "El Espíritu de los Mejores Diarios Literarios que se Publican en Europa" publicado en Madrid y que contiene numerosas noticias de libros alemanes sobre ciencias, metalurgia, química física, astronomía, medicina y geografía. La enciclopedia francesa publica a la mitad de ese año, una traducción al español y en esta aparecen muchas reseñas sobre mineralogía y química:

- \* a) Memoria sobre los productos del reino mineral de la monarquía prusiana.
- b) Examen flogístico de la molibdena, plumbago o lápiz plomo de la mina de Altemburgo (Alemania).
- c) Resultado sobre la rectificación del éter vitriólico.
- d) Extracto de la memoria sobre la descomposición del éter vitriólico.

Aparecen también reseñas sobre la Medicina y la Botánica.

En 1790 la inquisición prohíbe la llegada de libros extranjeros a México por subversivos, tratando de impedir la influencia que pudieran originar las ideas liberales de la revolución francesa en el movimiento de independencia que ya se gestaba en esa época.

Al crearse en 1833 el Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas, se modifican los planes de estudio que estuvieron vigentes en el Real Seminario de Minas hasta 1832 en que desapareció; en los nuevos planes del Seminario de Minería figuraron las cátedras siguientes; 2 de matemáticas puras, una de física, una de Historia Natural, una de química, una de cosmografía, una de mineralogía, una de francés y otra de alemán. El primer profesor de alemán con que contó el Seminario de Minería, fue el Prof. Jorge Ruger (29).

\* "Contribución al Estudio de las Letras Alemanas en México"  
UNAM (1961). Facultad de Filosofía y Letras, Seminario.  
Págs. 28 y 29.

En 1842 el profesor alemán fue el Prof. D. Olardo Hassey quien fue autor del primer libro de gramática alemana impreso en México; por esta época el Seminario se transformó en el Colegio de Minería; algunos de sus alumnos fueron becados para realizar estudios Metalúrgicos en Alemania. Uno de los primeros egresados del Colegio de Minería fue el Ing. de Minas y Presbítero José Sebastián Segura originario de Córdoba (Veracruz), en donde nació a principios de 1821, su educación primaria en Jalapa y su enseñanza media en el Seminario Palafoxiano de Puebla, ingresó al Colegio de Minería en 1837 estudió la carrera de ingeniero de minas y beneficiador de metales, terminó en 1841; su práctica la realizó en las minas del Real del Monte (1842 y 1843) y presentó su examen profesional en 1844; en 1860 viajó a Europa y visitó la Academia de Minas, se encontró que el Director de la misma Don Agustín Brerthaupt había sido condiscípulo de Andrés Manuel del Río, el Ing. Segura fue admitido como socio de varias sociedades científicas alemanas, tradujo muchas obras literarias y filosóficas alemanas al Español (29).

Los alumnos del Colegio de Minería ya tenían acceso a varias obras alemanas, principalmente traducciones del alemán al francés y muy pocas veces al español. Ejemplos:

G. Schnabel "Traite Theorique et Pratique de Metallurgie"  
 CUIVRE -- PLOMB -- ARGENT -- OR  
 Traducción del alemán por el Dr. L. Gautier, Paris 1896.  
 Librairie Polytechnique Baudry Et Cia. Editeurs.

Traite D'analyse Chimique Qualitative  
R. Fresenius. Professeur de Chimie a  
L'UNIVERSITTE DE WIESBADEN  
Traducción del alemán por el Dr. L. Gautier.  
Paris 1896 G. Masson, Editeurs.

Tratado de Ensayes tanto por la Via Seca como por la  
Via Húmeda de toda clase de minerales y pastas de  
cobre, plomo, plata, oro, mercurio, etc.  
I: DOMEYKO. Profesor de Química de la Universidad de  
Chile 1889.

CAPITULO VI  
EL NACIMIENTO DE LA ESCUELA DE  
QUIMICA

La Escuela Nacional de Química Industrial inaugurada el 23 de septiembre de 1916 bajo la presidencia del Gral. Venustiano Carranza, creada como consecuencia de los estudios que realizaron sobre el sistema educativo norteamericano, profesores mexicanos comisionados por la Presidencia de la República y por las gestiones realizadas en forma independiente por el Ing. Juan Salvador Agraz, egresado en 1903 del Institut de Chimie Appliquée de París, Franica y por el Farmacéutico Roberto Medellín egresado en 1908 de la Sección de Farmacia de la Escuela Nacional de Medicina. El profesor Agraz desempeñaba los cargos de Profesor de Química de la Escuela Nacional Preparatoria y de la Facultad de Altos Estudios y era además jefe del laboratorio de química del Instituto Geológico Nacional; el Prof. Medellín también era profesor de botánica de la Escuela Nacional Preparatoria y Jefe de Clases de Historia Natural, poseía una fábrica de sosa cáustica.

En la Escuela Nacional de Química Industrial comenzó a preparar paralelamente, tanto a estudiantes de las carreras profesionales de la química, como la de capacitación de obreros.

En 1917 la Escuela fue aceptada por la Universidad Nacional y cambió su nombre por el de Facultad de Ciencias Químicas; la Facultad permaneció en su edificio de Tacuba 40 años y se trasladó a sus nuevas instalaciones en Ciudad Universitaria el 4 de marzo de 1957 y que a partir del 29 de junio de 1965 se denomina Facultad de Química.

Se revisaron las siguientes obras de Química Inorgánica que figuraron entre los libros de texto de asignatura desde la fundación de la Escuela hasta la fecha.

| A U T O R                         | NOMBRE DEL LIBRO                        | AÑO  |
|-----------------------------------|---|------|
| 1917 / 1930                       |   |      |
| 1) Mc. Pherson and Henderson      | An Elementary Study of Chemistry        | 1917 |
| 2) G. S. Newth                    | Inorganic Chemistry                     | 1923 |
| 3) Dr. B.E.H. Riesenfeld          | Prácticas de Química Inorgánica         | 1927 |
| 4) F. Rüsberg                     | Introducción a la Química Analítica     | 1927 |
| 5) F. Ephrain                     | Química Inorgánica                      | 1928 |
| 6) E. Vitoria                     | Manual de Química Moderna               | 1929 |
| 7) G. Fowles                      | Lecture Experiments in Chemistry        | 1930 |
| 8) W. Foster                      | Inorganic Chemistry for Colleges        | 1930 |
| 9) E. Vitoria                     | Prácticas Químicas                      | 1930 |
| 1931 / 1940                       |   |      |
| 10) F. Holleman                   | Química Inorgánica                      | 1931 |
| 11) J. R. Partington              | Inorganic Chemistry                     | 1937 |
| 12) R. Lewis (en Español en 1952) | Outline of First Year College Chemistry | 1938 |
| 13) Dunbar                        | Visual Outline of General Chemistry     | 1939 |
| 1941 / 1950                       |   |      |
| 14) Mellor                        | Química Inorgánica Moderna              | 1942 |
| 15) Eugenio Muñoz Mena            | Introducción al Estudio de la Química   | 1943 |
| 16) E. Jimeno                     | Química General                         | 1944 |
| 17) W. Conard Fernelius           | Inorganic Syntheses                     | 1946 |
| 18) L. Pauling                    | Química General                         | 1947 |

1951 / 1960

| A U T O R         | NOMBRE DEL LIBRO                                   | AÑO  |
|-------------------|--|------|
| 19) J. Kendall    | Química General                                    | 1956 |
| 20) T. Moeller    | Química Inorgánica                                 | 1959 |
| 21) J. Wendt      | Análisis Preparacional de Química Inorgánica       | 1959 |
| 22) M. Bargalló   | Curso de Química Descriptiva Inorgánica y Orgánica | 1959 |
| 23) E. Hutchinson | Química  | 1960 |
| 24) Hiller-Herber | Principles of Chemistry                            | 1960 |

1961 / 1970

|                              |   |      |
|------------------------------|---|------|
| 25) Heslop-Robinson          | Química Inorgánica  | 1961 |
| 26) W.E. Addison             | Structural Principles in Inorganic Compounds                                  | 1961 |
| 27) Sisler Vander Werf       | College Chemistry a Systematic Approach                                       | 1962 |
| 28) W.H. Freeman and Company | Chemistry and Experimental Science  | 1963 |
| 29) C. Hogg-Bickel-Nicholson | Chemistry a Modern Approach   | 1963 |
| 30) Hughes and Moloney       | Advanced Theoretical Chemistry  | 1964 |
| 31) L. Pauling               | College Chemistry   | 1964 |
| 32) J.C. Mathews             | A Modern Chemistry Course   | 1964 |
| 33) Floyd J. Quick           | Introductory College Chemistry  | 1965 |
| 34) R.E. Dodd-Robinson       | Química Inorgánica General  | 1965 |
| 35) Edwin S. Gould           | Inorganic Reactions and Structure   | 1965 |
| 36) J. Sienko-Plane-Hester   | Principles and Elements Inorganic Chemistry                                   | 1965 |
| 37) Guía de Profesores       | La Química al Día   | 1965 |
| 38) G. Choppin-Jaffe         | Teacher's Guide to Chemistry  | 1965 |
| 39) R. Lewis                 | College Chemistry Outline   | 1965 |
| 40) M. Sienko-R.-Plane       | Chemistry   | 1965 |
| 41) Hassall-Dobinson         | Essential Chemistry   | 1965 |
| 42) M. Bargalló              | La Química Inorgánica y el Beneficio de los Metales en el México Prehispánico | 1966 |

| A U T O R                      | NOMBRE DEL LIBRO                            | AÑO  |
|--------------------------------|---|------|
| 43) F. Bell-Klolt              | Inorganic Chemistry                         | 1966 |
| 44) Choppin-Jafee              | Chemistry                                   | 1966 |
| 45) Bruce H. Mahan             | College Chemistry                           | 1966 |
| 46) John Arrend Timm           | General Chemistry                           | 1966 |
| 47) F. Bell-K. Lolt            | Un Esquema Moderno de la Química Inorgánica | 1969 |
| 48) H. B. Gray - P. Haight Jr. | Principios Básicos de Química               | 1969 |
| 49) Dickerson - Gray - Haight  | Chemical Principles                         | 1970 |
| 1971 / 1980                    |   |      |
| 50) Charles W. Keenan          | Química General Universitaria               | 1971 |
| 51) Hepler L. Smith            | Principles of Chemistry                     | 1975 |
| 52) Nekrasov                   | Química General                             | 1975 |
| 53) J. Waser. Trueblood        | Chem-One                                    | 1976 |
| 54) William L. Jolly           | Principles Of Inorganic Chemistry           | 1976 |
| 55) V. Semishim                | Práctica de Química General Inorgánica      | 1977 |

## CONCLUSIONES

- 1) Los libros de texto antes citados permiten ver la influencia y el desarrollo que ha recibido la ahora Facultad de Química de la UNAM a través de obras clásicas de Química Inorgánica, debidas principalmente a un grupo de autores americanos o ingleses y por otro lado se ve la pobreza de traducciones al español de esta bibliografía.
- 2) Quizá sería oportuno recomendar que se aumentara el número de cursos de Química Inorgánica, ya que no es posible estudiar y revisar los avances de la misma, en un sólo semestre; tal como se exige en los planes de estudio de las licenciaturas de Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica (que requiere además un semestre de Química de los Compuestos Organometálicos que requieren Química de Coordinación) y de Químico Farmacéutico Biólogo.
- 3) En la bibliografía correspondiente a la década de 1951 a 1960 se consignan mayores informaciones en el área de la Fisicoquímica, que se hacen más palpables en las décadas siguientes.
- 4) El hecho de que el elemento Carbono se combine con 91 elementos, ha aumentado el conocimiento sobre los compuestos organometálicos, (rama que los químicos soviéticos designan como la "Tercera Química") haciendo más difusa y menos precisa la división de la Química en sus dos ramas tradicionales (orgánica e inorgánica).

- 1.- Martín de la Cruz  
"Libelus de Medicinalibus Indorum Herbis"  
Manuscrito Azteca de 1552  
Traducción Latina de Juan Badiano  
Instituto Mexicano del Seguro Social  
México 1964 (Prefacio e Introducción).
- 2.- Ibid pág. 187.
- 3.- S. Meiyu "La Medicina Herbolaria en China"  
Artículo Científico "Excelsior"  
Octubre 1984.
- 4.- J.R. Partington "Historia de la Química"  
Traducción de C. E. Prélat.  
Espasa Calpe, Argentina, S. A.  
Buenos Aires,  
México 1945.
- 5.- M. Bargalló  
"La Química Inorgánica y el Beneficio de los Metales en el México Prehispánico y Colonial"  
U.N.A.M.  
México 1966.
- 6.- Ibid pág. 5.
- 7.- E. Schmitter Villada  
"Glosario de Especies Minerales"  
Instituto de Geología U.N.A.M.  
México 1980.
- 8.- Alfonso Caso  
"Las Joyas de Monte Albán"  
Cuadernos Médicos Núm. III, Vol. I, Año 1,  
México 1954.
- 9.- T.A. Willard "The City of Sacred Well"  
["La Ciudad del Cenote Sagrado"]  
Boletín de la Secretaría de Educación Pública,  
Anexo Núm. 6,  
Capítulo VII,  
"El Pozo Sagrado", página 16,  
México 1911.
- 10.- "Esplendor del México Antiguo"  
Centro de Investigaciones Antropológicas de México"  
Tomos I y II.  
México 1959.
- 11.- E. Guzmán "Relaciones de Hernán Cortés"  
Editorial Orión  
México 1966.

- 12.- J. Ortega Rivera  
"La Historia de la Minería en Hidalgo"—Historiografía Hidalguense.  
Teotlalpan número extraordinario.  
Pachuca Hidalgo — Anuario 1975.
- 13.- I. Asimov "La Búsqueda de los Elementos"  
Editorial Plaza & Janes  
México 1983.
- 14.- R. Federmann  
"La Alquimia"  
Editorial Bruguera, S.A.  
Traducción de R. Ibero  
México 1972.
- 15.- I. Asimov  
"Breve Historia de la Química"  
Alianza Editorial, Madrid 1975  
Traducción de A. Cruz y Ma. I. Villena
- 16.- Lokeman  
"Historia de la Química"  
Traducción de la Dra. T. Toral  
Unión Tipográfica  
Editorial Hispano-Americana
- 17.- R.A. Lapp.  
"Materia"  
Colección Científica de Time-Life  
Editorial Offset Larios, S. A.
- 18.- J.J. Inquierto  
"La Primera Casa de las Ciencias en México"  
Ediciones Ciencias UNAM 1958.
- 19.- A.L. Lavoisier  
"Tratado Elemental de Química"  
Traducción de J.M. Murarriz,  
Madrid, en la Imprenta Real, 1798  
Reimpresión del Inst. Tecn. y de Estudios Superiores de Monterrey  
1960.
- 20.- R. M. Mendieta y S. del Amo  
"Plantas Medicinales del Edo. de Yucatán"  
Inst. Nac. de Investigaciones sobre Recursos Bióticos,  
Xalapa, Ver., Cía. Editorial Continental 1981.
- 21.- F. Hernández, Protomédico e Historiador del Rey de España  
Don Felipe II en las Indias Orientales, Islas y Tierra Firme  
del Mar Océano  
"Historia Natural de la Nueva España"  
U.N.A.M. 1959.

- 22.- F. Goldis  
"Las Fermentaciones en la Industria"  
(Naturaleza, número especial)  
1973.
- 23.- Relación de títulos entregados por la Universidad Nacional (1868-1936)  
Unidad de Control Documental de la  
Coordinación de la Administración Escolar  
U.N.A.M.
- 24.- Boletín de Instrucción Pública, 1850.
- 25.- Ibid (1908).
- 26.- M.S. Soriano  
"Apuntes Biográficos del Ilustre Químico Mexicano"  
Asociación Larrey 1876.
- 27.- R. Illescas Frisbie  
"El Dr. Leopoldo Río de la Loza Químico y Naturalista".  
Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia,  
México 1964.
- 28.- F. Fernández del Castillo,  
Historia de la Medicina, "El Dr. Leopoldo Río de la Loza"  
Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina  
U.N.A.M. 1976.
- 29.- M. O. de Bopp  
"Contribución al estudio de las Letras Alemanas en México"  
Fac. de Filosofía y Letras  
Seminarios U.N.A.M. 1961.
- 30.- Roberts and Caserio  
"Basic Principles of Organic Chemistry"  
California Institute of Technology  
Edit. W.A. Benjamin, Inc. 1964 New York, Amsterdam,