



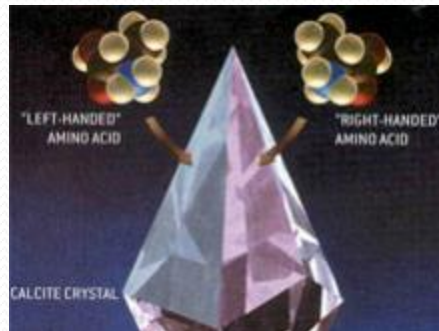
Elementos de Mineralogía y Evolución Mineral

María Eugenia Mendoza Álvarez
Instituto de Física – BUAP

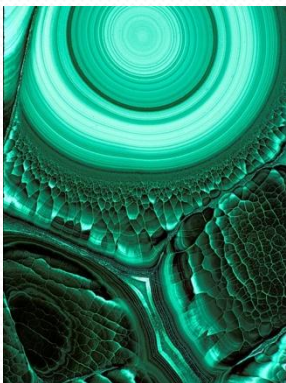
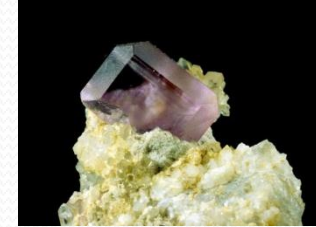
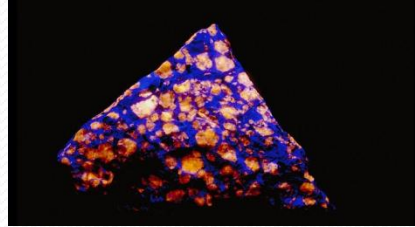
febrero 2014

Contenido

- Introducción
- El reino mineral: definiciones y clasificación
- Procesos de formación de los minerales
- Evolución mineral



El reino Mineral terrestre



¿Qué es un mineral?

- " Elemento o compuesto químico que es normalmente cristalino y que se ha formado como resultado de procesos geológicos" (Nickel, E. H. **1995**).
- "Sustancias inorgánicas que ocurren naturalmente con una composición y propiedades físicas definidas." (O' Donoghue, **1990**).
- "Sólido inorgánico homogéneo que ocurre naturalmente, con una composición química definida y un orden atómico" (Mason, et al, **1968**).
- "Cuerpo producido por procesos de naturaleza inorgánica, usualmente de composición química definida y si se formaron bajo condiciones favorables, adoptan una estructura atómica característica que se expresa en su forma cristalina y otras propiedades físicas" (Dana & Ford, **1932**).
- 4,893 Minerales conocidos (reporte IMA*, enero 2014)

*International Mineralogical Association

Clasificación **en base a su composición química** (Dana)

I) Elementos nativos → Clase 1

II) Sulfuros → Clases 2 y 3

III) Óxidos e hidróxidos → Clases 4 a 8

IV) Haluros → Clases 9 a 12

V) Carbonatos, Nitratos y Boratos → Clases
13 a 27

VI) Sulfatos, Cromatos y Selenatos → Clases
28 a 36

VII) Fosfatos, Arsenatos y Vanadatos → Clases
37 a 49

IX) Minerales orgánicos → Clase 50

VIII) Silicatos

Nesosilicatos → Clases 51 a 54

Sorosilicatos → Clases 55 a 58

Ciclosilicatos → **Clases 59 a 64**

Inosilicatos → **Clases 65 a 70**

Filosilicatos → Clases 71 a 74

Tectosilicatos → Clases 75 a 77

Silicatos no clasificados → Clase 78

Nomenclatura: International Mineralogical Association

Cada mineral se describe en el formato siguiente:

- **Nombre del mineral**
- Fórmula química
- Localidad
- Relación con otros minerales
- Sistema cristalino, grupo espacial
- Parámetros de la celda unitaria
- Líneas más intensas en el patrón de difracción de rayos X de polvos
- Tipo y número de especimen

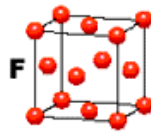
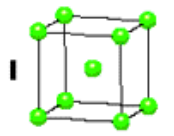
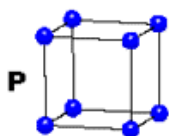
<http://www.ima-mineralogy.org/>

Descripción básica de la estructura cristalina: celda unitaria, sistema cristalino, red de Bravais

CÚBICO

$$a = b = c$$

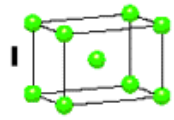
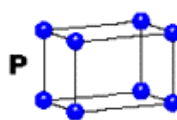
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



TETRAGONAL

$$a = b \neq c$$

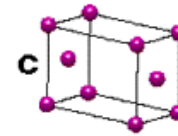
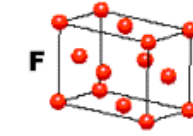
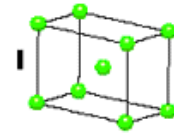
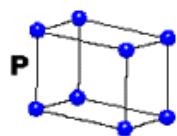
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



ORTORÓMBICO

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

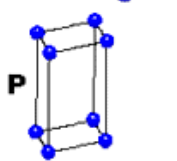


HEXAGONAL

$$a = b \neq c$$

$$\alpha = \beta = 90^\circ$$

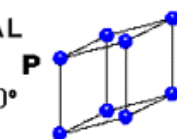
$$\gamma = 120^\circ$$



TRIGONAL

$$a = b = c$$

$$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$$

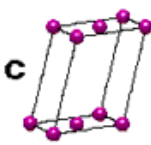
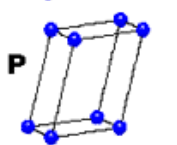


MONOCLÍNICO

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha = \gamma = 90^\circ$$

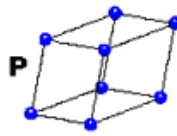
$$\beta \neq 120^\circ$$



TRICLÍNICO

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$$



Tipos de celdas:

P = Primitiva
I = Centrada en interior
F = Centrada en todas las caras
C = Centrada en dos caras

14 redes de Bravais

Ejemplo de símbolo
de
GRUPO ESPACIAL:

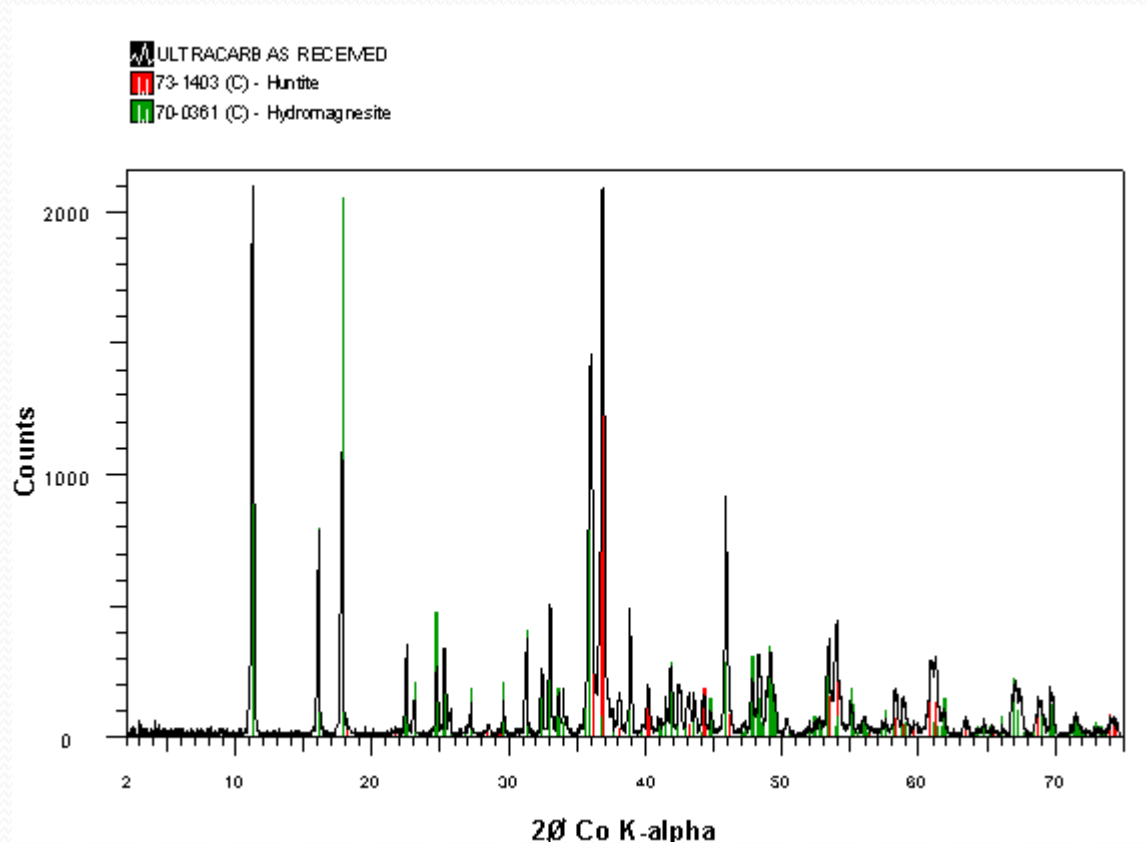
Fm3m

↑ ↑

red
Bravais

clase cristalina

Patrón de difracción de rayos X de polvos



Hidromagnesita y huntita

Rocas

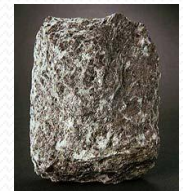
Definición: Conglomerado o asociación natural de minerales formado en un mismo proceso físico-químico.

Tipos de roca

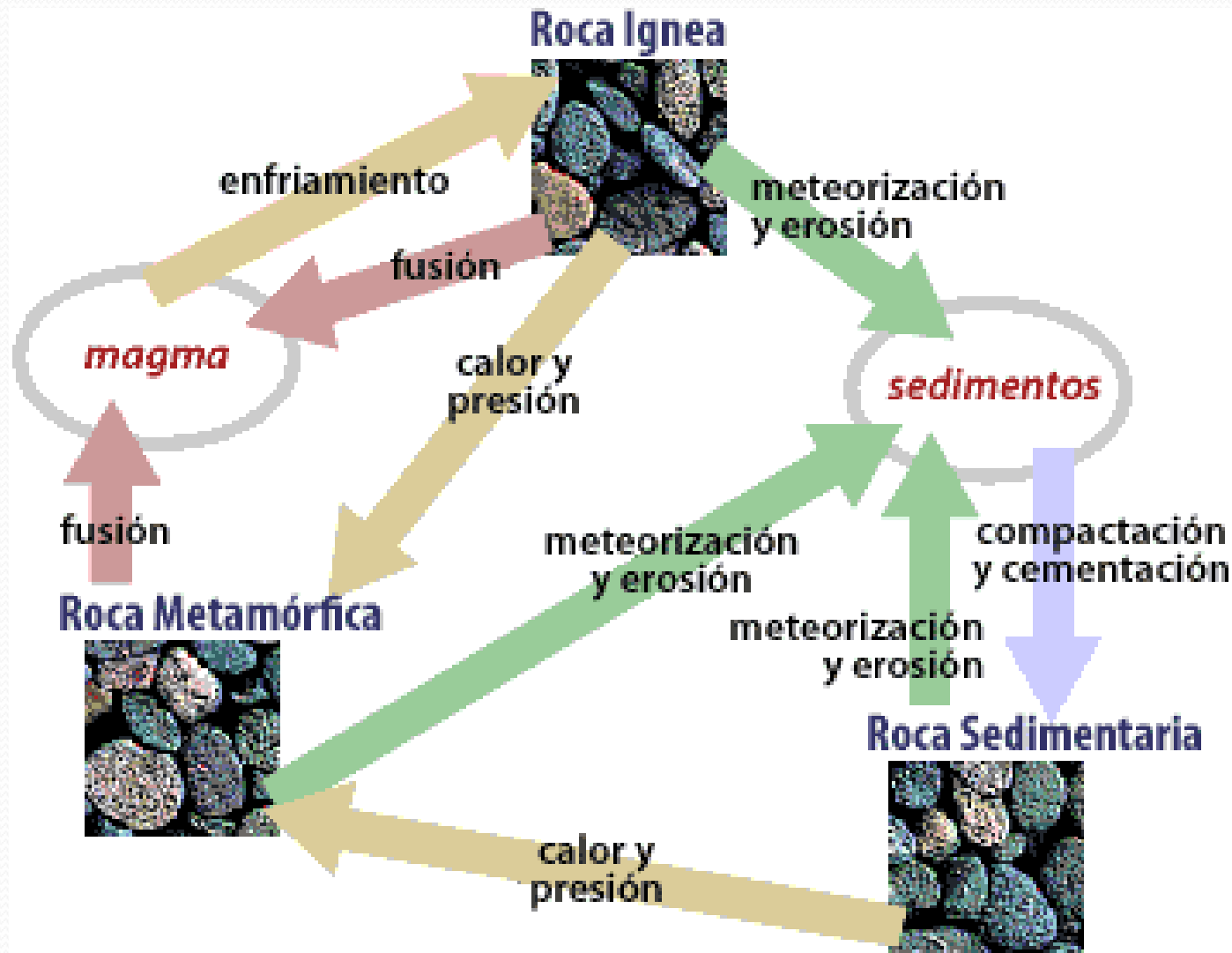
- Materiales que la componen
- Cantidades relativas
- Modo de aglomeración

Clasificación en función de su origen

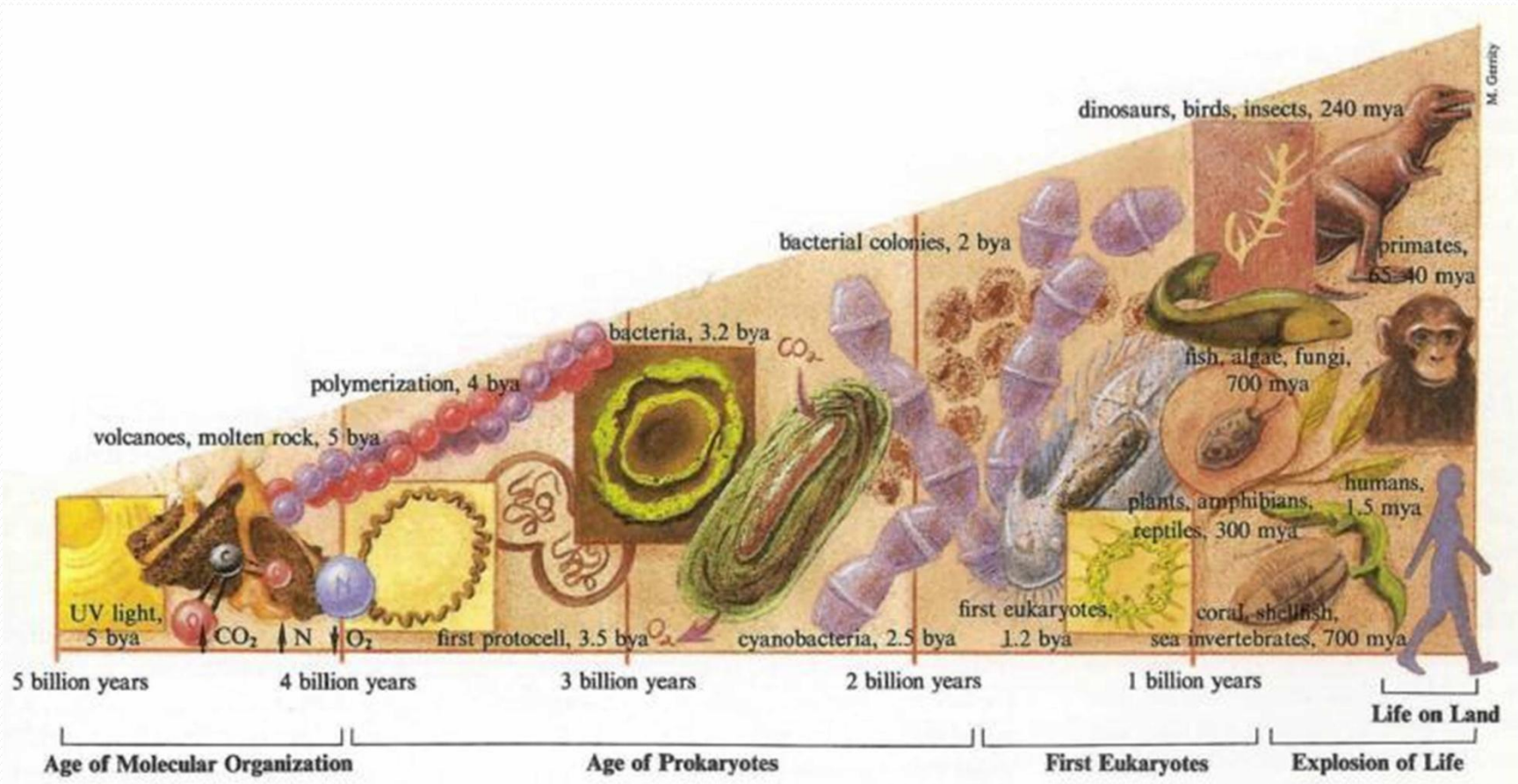
- **Magmáticas** o ígneas :
se forman por la solidificación de materiales fundidos de origen volcánico. Ejemplo: basalto
- **Metamórficas:**
formadas por la transformación de otras rocas anteriores debido a variaciones de P y T, sin llegar a la fusión. Ejemplo: gneis
- **Sedimentarias :**
se forman como resultado de la acumulación de minerales arrastrados por los agentes erosivos (agua, viento, etc).
Ejemplo: arenisca



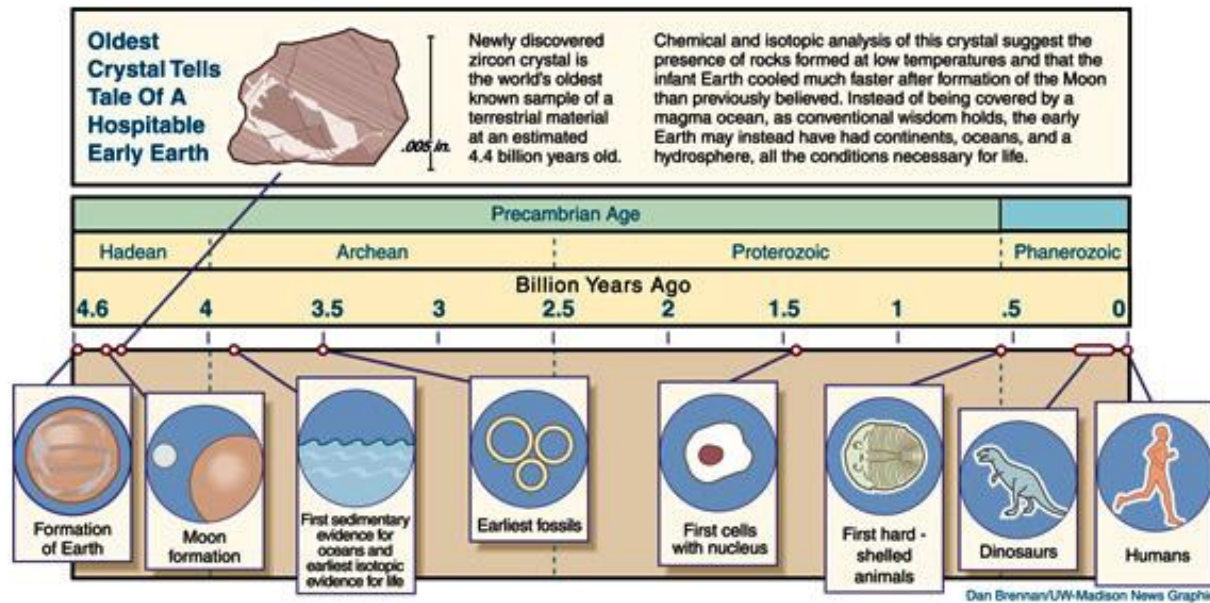
Ciclo de las rocas



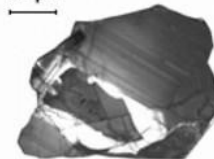
¿Cuándo surgieron los minerales en la Tierra?



1 billón = 1000 millones



50 μm



Procesos de formación de los minerales

❖ **Cristalización a partir de fluidos:**

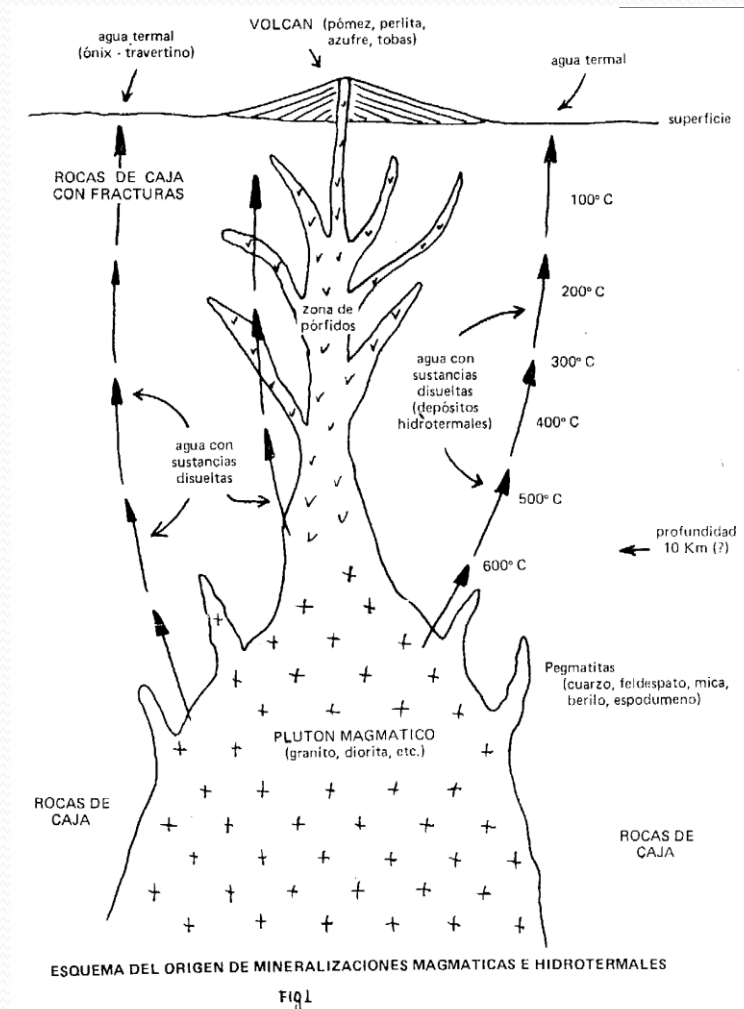
- Solidificación del **magma** volcánico
- Evaporación de una **solución acuosa**
- Sublimación de **gases**

❖ **Transformaciones de fase estructurales**

Solidificación a partir del magma



Feldespato

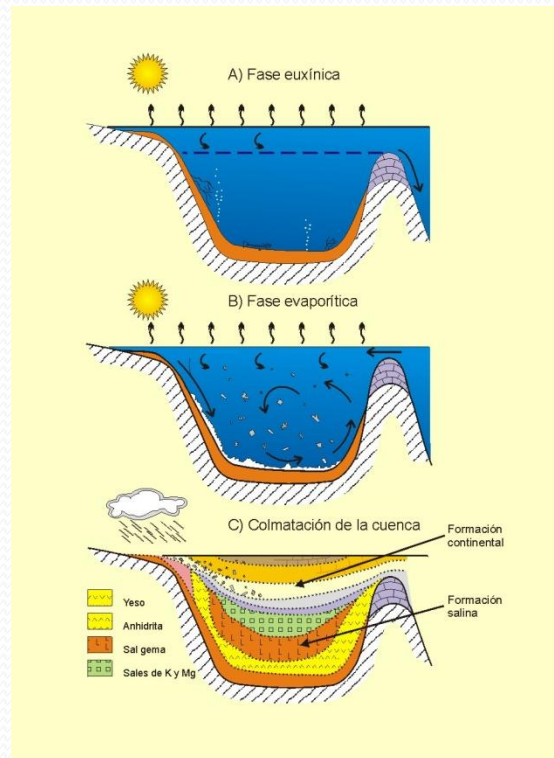


Olivina

Evaporación de una solución acuosa



Yeso



Halita

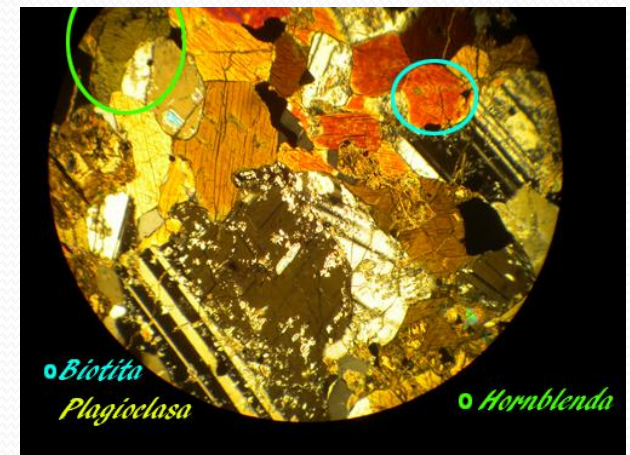
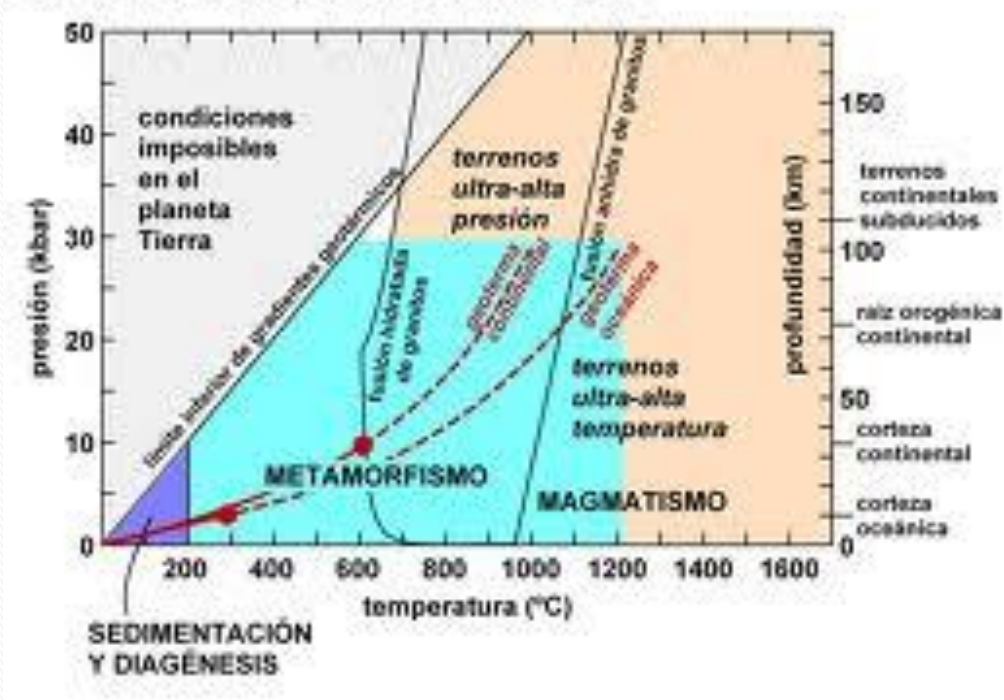
Evaporitas marinas

Sublimación de gases



Azufre

Condiciones P-T-profundidad del metamorfismo



¿Evolución mineral?



Evolución mineral: la Mineralogía en un contexto histórico*


- Premisa: **Co-evolución de la Geosfera y la Biosfera**
- Implicación: Los planetas y lunas alcanzan diferentes etapas de evolución mineral dependiendo de la evolución geológica, petrológica y biológica del cuerpo celeste.

* R M Hazen & J M Ferry *Elements* **6**, 9 (2010)

Table 1 THREE ERAS AND TEN STAGES OF EARTH'S MINERAL EVOLUTION *

Era/Stage	Age (Ga)	Cumulative no. of species
Prenebular “Ur-Minerals”	>4.6	12
Era of Planetary Accretion	(>4.55 Ga)	
1. Primary chondrite minerals	>4.56 Ga	60
2. Achondrite and planetesimal alteration	>4.56 to 4.55 Ga	250
Era of Crust and Mantle Reworking	(4.55 to 2.5 Ga)	
3. Igneous rock evolution	4.55 to 4.0 Ga	350 to 500*
4. Granite and pegmatite formation	4.0 to 3.5 Ga	1000
5. Plate tectonics	>3.0 Ga	1500
Era of Biologically Mediated Mineralogy	(>2.5 Ga to Present)	
6. Anoxic biological world	3.9 to 2.5 Ga	1500
7. Great Oxidation Event	2.5 to 1.9 Ga	>4000
8. Intermediate ocean	1.9 to 1.0 Ga	>4000
9. Snowball Earth events	1.0 to 0.542 Ga	>4000
10. Phanerozoic era of biomineralization	0.542 Ga to present	4400+

*R M Hazen & J M Ferry *Elements* **6**, 9 (2010)



Evolution Mineral\Hazen-10-
Mineralogy- in-the-4th-dimension.pdf

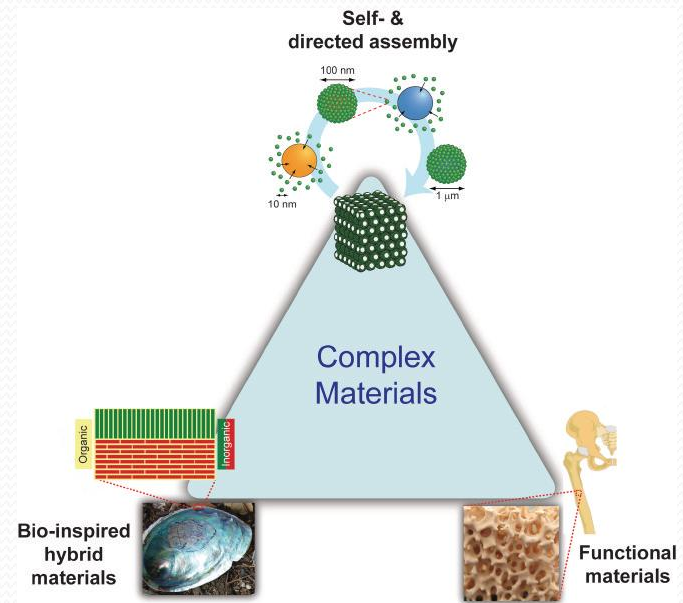
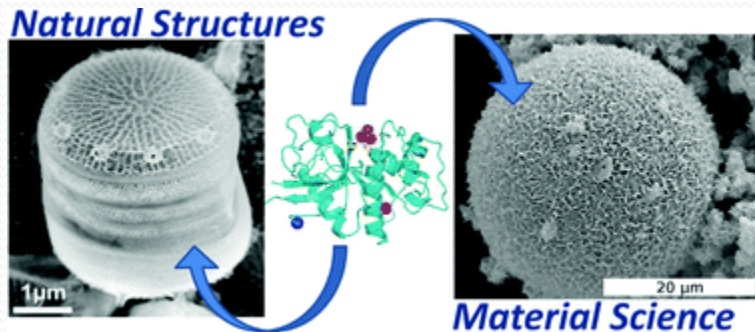
Trilobite *Hoploichas* del Ordoviciano



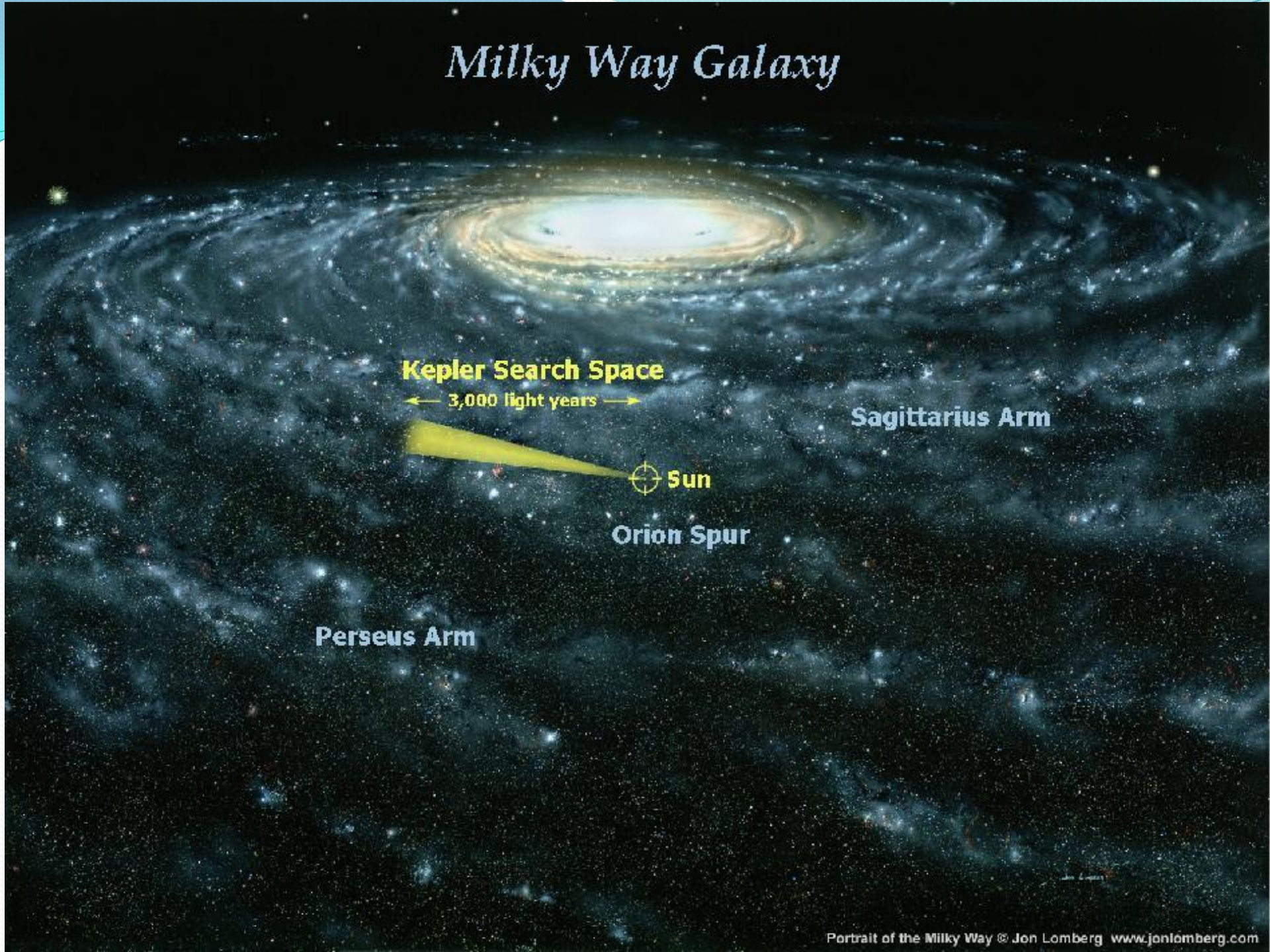
6.5 cm de largo , procedencia : Rusia

Motivación final

Materiales artificiales inspirados en el mundo natural



Milky Way Galaxy



Kepler Search Space

← 3,000 light years →

Sagittarius Arm

Sun

Orion Spur

Perseus Arm