

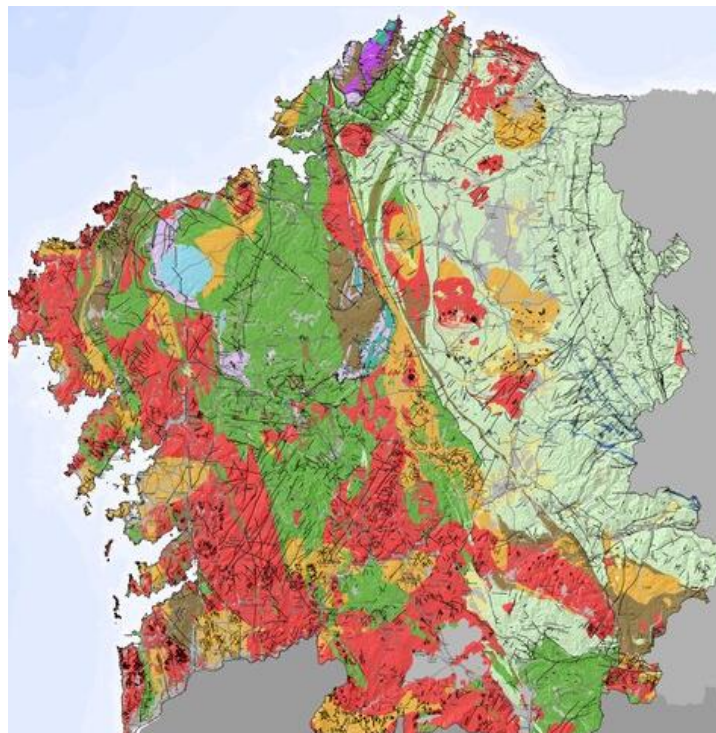
# **XEOLOXÍA**

# **E**

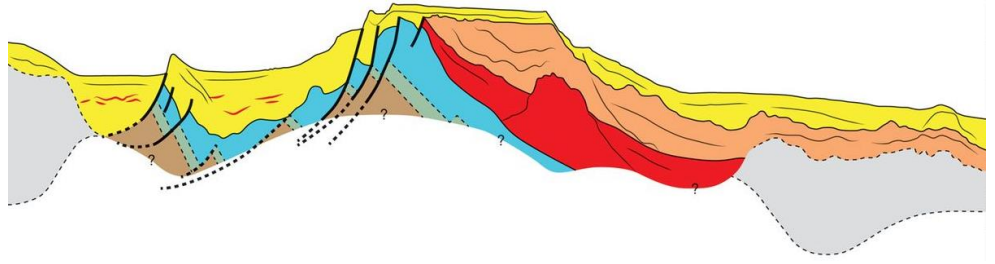
# **CIENCIAS AMBIENTAIS**

# **2º BACH**

## **APUNTAMENTOS**



**IES ALEXANDRE BÓVEDA**



## RELACIÓN DE CONTIDOS

1. Os materiais terrestres (I): Minerais
2. Os materiais terrestres (II): Rochas
3. Estrutura interna da Terra
4. Dinámica interna da Terra: A tectónica de placas
5. Deformación nas rochas: Xeoloxía estrutural
6. Xeodinámica externa (I): meteorización, solos, fenómenos de ladeira
7. Xeodinámica externa (II): augas continentais e glaciares.
8. Xeodinámica interna (III): xeomorfoloxía litoral, eólica e litolóxica (granítica e kárstica)
9. Xeoloxía histórica: métodos de datación, fósiles, o tempo en Xeoloxía. Cortes xeolóxicos
10. Riscos xeolóxicos
11. As capas fluídas da Terra
12. Recursos xeolóxicos

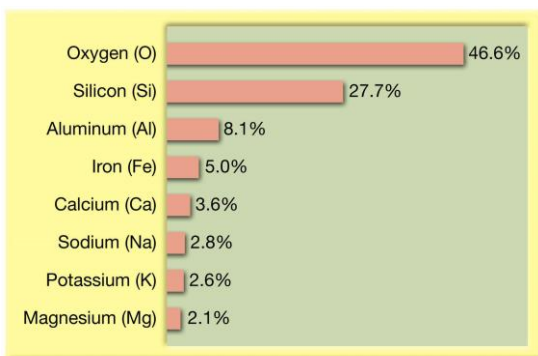
O término **xeoloxía** deriva de dúas palabras gregas: **xea**, deusa grega da Terra e **logos** que significa estudio ou ciencia. Polo que etimoloxicamente xeoloxía significa ciencia que estuda a Terra, en concreto a parte non viva. Para ser máis precisos diremos que a xeoloxía se ocupa de tres aspectos básicos:

- **Materiais** (non vivos) que forman parte da Terra tanto sólidos (rochas e minerais) como líquidos e gaseosos (hidrosfera e atmosfera).
- **Procesos físicos e químicos** que acontecen na Terra, tanto externos (erosión, meteoroloxía, ...) como internos (volcáns, seísmos, ...)
- **Cambios ó longo da historia** que experimentou a Terra nos seus 4.600 millóns de anos de idade.

Dos dous primeiros aspectos se ocupa a **Xeoloxía Física** e do último, a **Xeoloxía Histórica**.



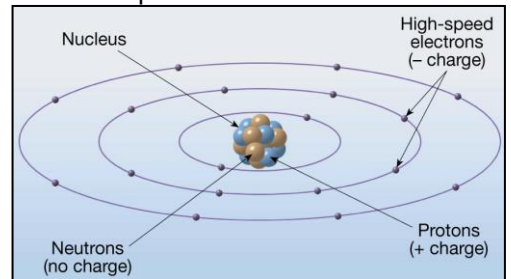
### ÁTOMOS E ENLACES QUÍMICOS



As pezas básicas que constitúen os materiais terrestres son as mesmas cas que forman o resto da materia no universo: os **átomos**. Estes átomos se unen uns a outros mediante enlaces químicos (iónico, covalente, metálico) para dar lugar a moléculas e cristais.

No gráfico da esquerda tes os átomos máis abundantes na codia terrestre onde destacan o O e o Si que forman o 75 % da masa da mesma.

Na imaxe da dereita tes unha versión simplificada da estrutura dun átomo que como recordarás

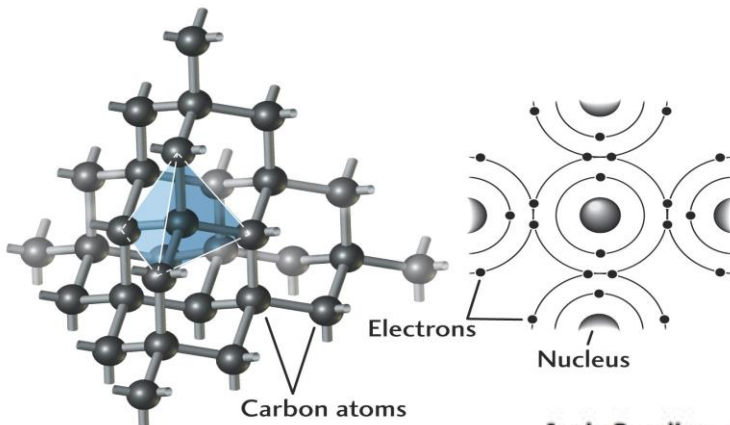


está formado por un núcleo que contén protóns e neutróns e unha codia que contén os electróns distribuídos en capas. Nun átomo neutro o número de electróns (carga negativa) é igual ao de protóns (carga

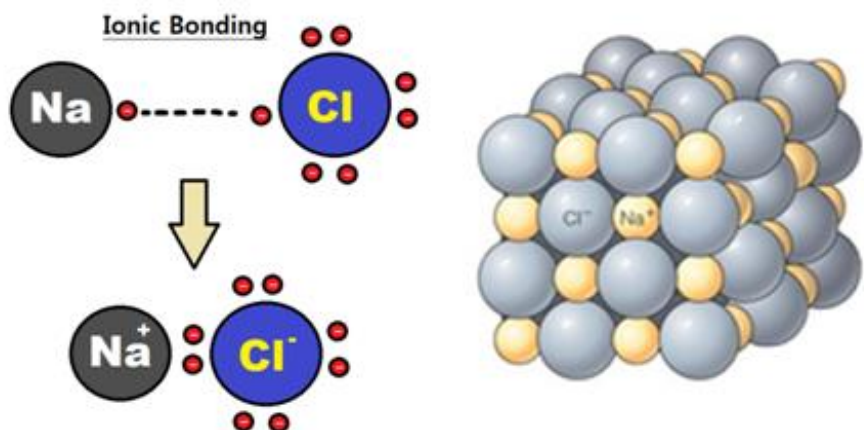
positiva).

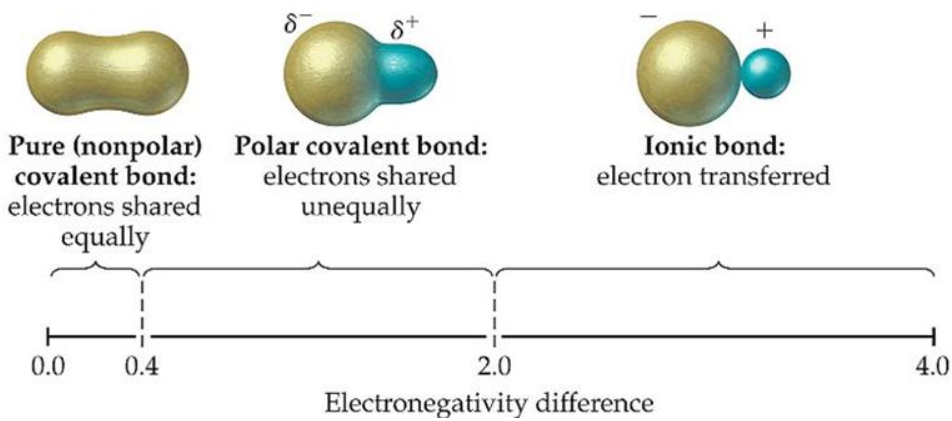
Un átomo acadará a súa máxima estabilidade cando completa a última capa de electróns. Os gases nobles son os únicos átomos que a teñen completa, polo que os demais tenden a ceder, captar ou compartir electróns o que provoca que uns átomos se unan a outros de diferentes xeitos chamados **enlaces químicos**.

No **enlace covalente** os átomos comparten electróns como no caso do carbono que se une a outros catro átomos de carbono e así sucesivamente para formar o mineral diamante como podes ver na figura da esquerda.

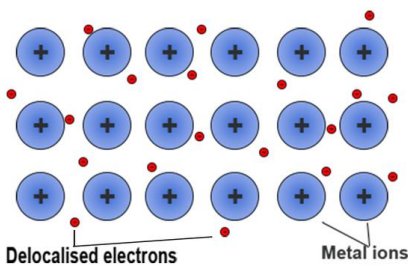


No **enlace iónico** os átomos ceden ou collen electróns e neste caso quedan cargados formando ións, xa que o número de protóns permanece constante. Os ións de sentido contrario se atraen formando estruturas cristalinas como no caso do NaCl que forma o mineral halita (figura da dereita). O tipo de enlace que se forme entre dous átomos depende principalmente dunha magnitude



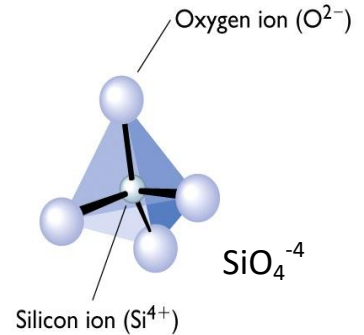


compartidos están máis cerca do átomo con maior electronegatividade orixinando moléculas cunha parte parcialmente positiva e outra parcialmente negativa. É o caso do osíxeno e o silicio cunha diferenca de electronegatividade de 1,54 co que os electróns compartidos están moi cerca do osíxeno, tanto que a veces se simplifica como se fora un enlace iónico (figura da dereita).



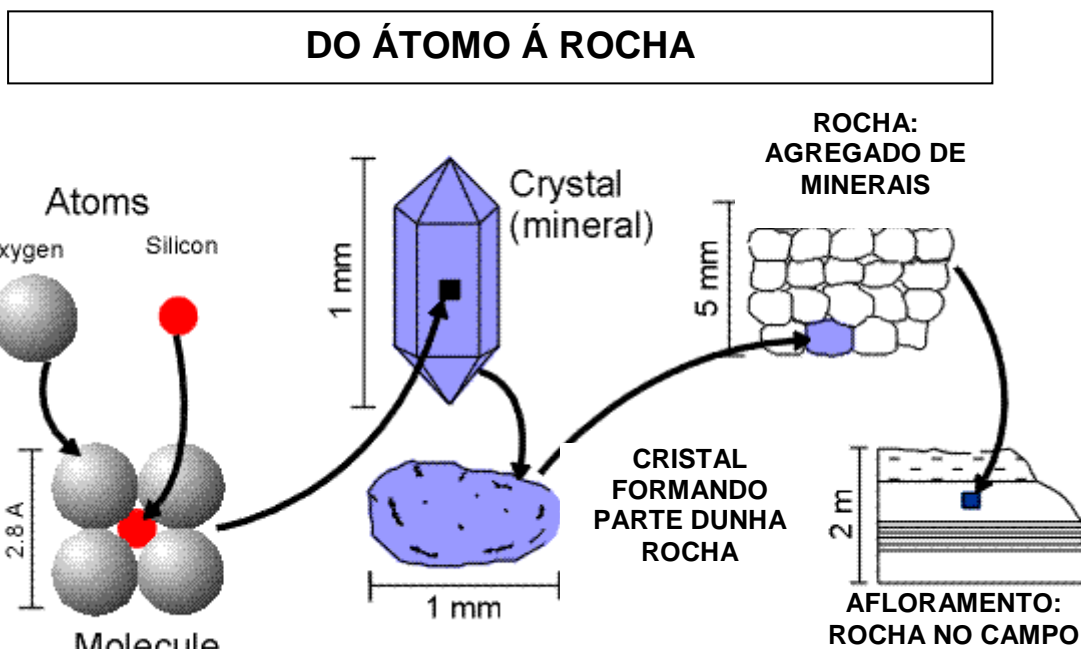
Un terceiro tipo de enlace é o **enlace metálico**, menos frecuente en Xeoloxía. Neste caso os electróns da capa externa dos átomos dos metais son compartidos formando unha especie de nube entre os ións positivos.

química chamada electronegatividade que mide a forza ca que un átomo retén aos seus electróns. No gráfico da esquerda podes ver que se a diferenca de electronegatividade é pequena ou nula se formará enlace covalente mentras que se é grande se formará iónico. Para valores intermedios se forman **enlaces covalentes polares** nos que os electróns



## TEMA 1. OS MATERIAIS TERRESTRES (I): OS MINERAIS

A maioría dos materiais da Terra sólida (Xeosfera) son as rochas, o que coloquialmente coñecemos como pedras. Estas rochas están formadas xeralmente por minerais unidos polo que adicaremos este primeiro tema a falar dos minerais (mineraloxía) adicando unha parte importante á súa estrutura (cristalografía).



### 1.1- CONCEPTO DE MINERAL

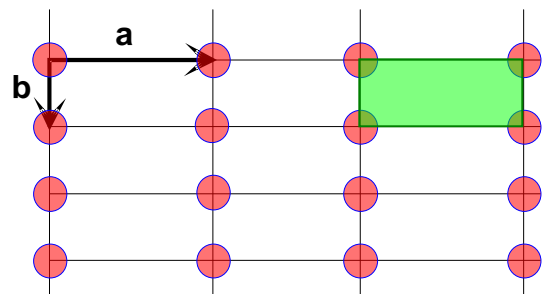
A definición de mineral é unha das máis precisas en xeoloxía. Un mineral debe reunir as seguintes características:

- Sólido: os átomos que o forman ocupan posicións relativamente fixas, sendo o seu movemento escaso. Isto é debido a que as forzas que os manteñen unidos son fortes.
- Homoxéneo: mesmas propiedades en tódalas súas partes.
- Natural: non fabricado artificialmente. Pódense fabricar corpos sintéticos idénticos ós minerais pero non se consideran como tales.
- Inorgánico: sen intervención de seres vivos, o que exclúe certos cristais de compostos orgánicos (oxalatos, proteínas, etc.). Con todo certos cristais (calcita, aragonito) producidos ca intervención de organismos non difiren dos producidos noutras condicións polo que se seguen a considerar minerais.
- Composición química definida, fixa ou que varía dentro de límites moi concretos. Esta composición ven determinada pola súa fórmula.
- Estrutura cristalina: os compoñentes dun mineral (átomos, ións, moléculas) están dispostos ordeadamente no espacio. No seguinte capítulo profundizaremos neste concepto.

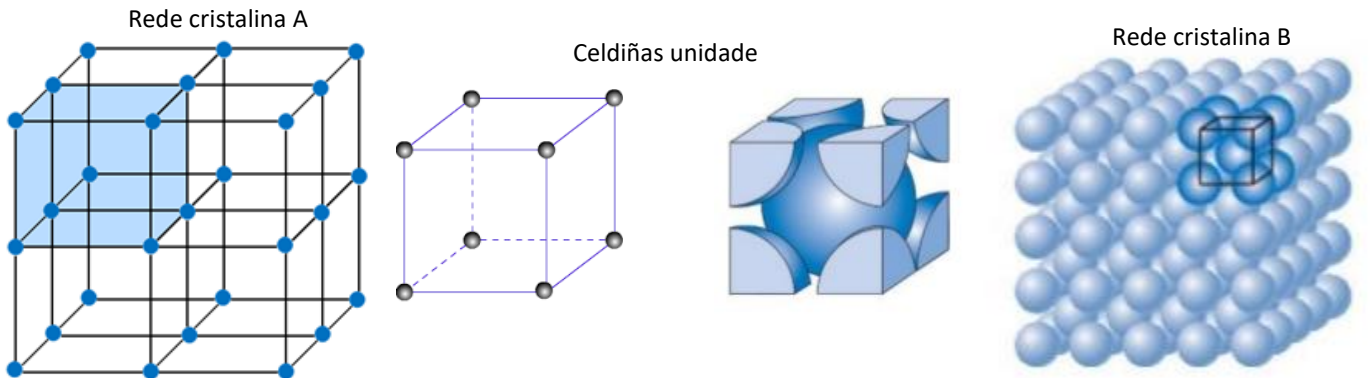
Calquera outro compoñente das rochas que non cumpla algún destes requisitos recibe o nome de **mineraloide**.

**1.2- ESTRUTURA DA MATERIA CRISTALINA**

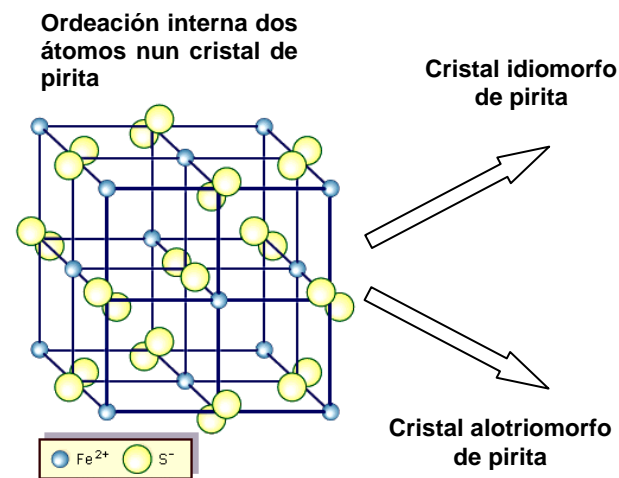
Unha das características máis destacadas dos minerais é a de posuír unha **estrutura cristalina**: as partículas que o constitúen non están dispostas aleatoriamente senón que están ordeadas no espacio. Isto quere dicir que as partículas que forman o mineral se repiten de xeito periódico a intervalos regulares seguindo as tres direccións do espacio. A esta disposición chámase **rede cristalina**. Na figura tes un exemplo dunha distribución deste tipo nun plano (duas direccións).



Nunha rede cristalina ó anaco máis pequeno que ao repetilo nas tres direccións do espazo obtemos a rede completa se lle chama **celda unidade**. Na figura da dereita tes o concepto aplicado a unha rede en dúas dimensións e na inferior aplicado a unha estrutura tridimensional.



As partículas que forman o mineral poden ser átomos (caso do C no diamante ou grafito), moléculas (H<sub>2</sub>O no caso do xeo), grupos iónicos ((CO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup> no caso dos carbonatos) ou ións (Cl<sup>-</sup> e Na<sup>+</sup> no caso da halita).



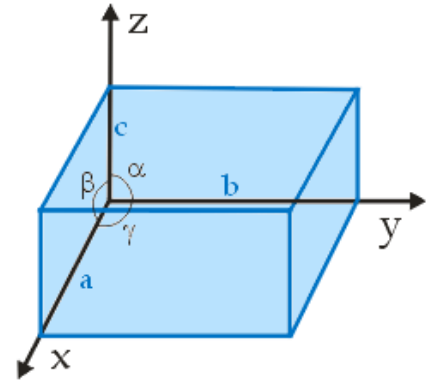
Calquera sólido que posúe estrutura cristalina denomínase **sólido cristalino** ou **cristal** mentres que o que non a posúe dise que é un **sólido amorfo** ou vidro (materia amorfa).

Se un cristal se desenvolve nas axeitadas condicións de tempo e espacio, a súa forma externa é un reflexo da súa estrutura interna, e entón aparece con formas xeométricas regulares limitadas por caras planas (caras cristalinas). A este tipo de cristais se lles chama **cristais idiomormos** ou **automorfos**. Os que non presentan tales características son **cristais alotriomorfos** ou **xenomorfos**. Na figura tes un esquema destes

conceptos no caso da pirita.

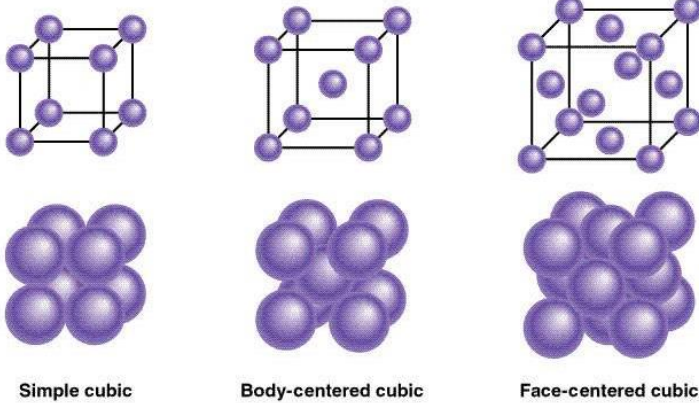
**As formas cristalinas e as redes de Bravais**

A partir do século XVI estudiáronse e clasificáronse as formas que presentaban na natureza os cristais idiomorfos e que se chaman formas cristalinas. Todas estas formas cristalinas presentan **elementos de simetría**, que é unha consecuencia da ordeación dos átomos no seu interior. Un elemento de simetría é unha operación xeométrica que fai coincidir unhas partes dunha figura xeométrica con outras. Atendendo a estes elementos de simetría se clasifican as formas cristalinas en 7 grupos. Dado que nos cristais idiomorfos a forma externa é un reflexo da forma interna Bravais, no século XVIII, deduciu que todas esas formas se podían orixinar a partir de **14 redes cristalinas** clasificadas, según os seus elementos de simetría, en 7 grupos ou sistemas cristalinos. Como podes ver na figura da dereita unha celdiña unidade é sempre un paralelepípedo que se define polos seus **parámetros cristalográficos** que son tres vectores non coplanares

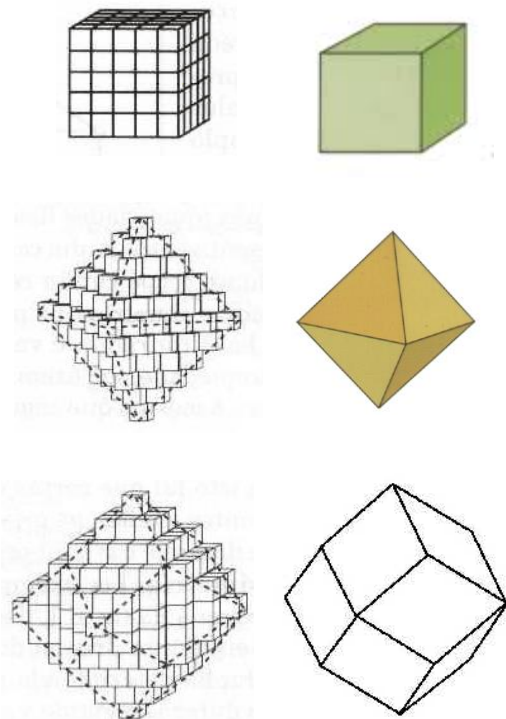


(a,b,c) cos ángulos que forman entre eles ( $\alpha, \beta, \gamma$ ).

Na páxina seguinte tes as 14 celdiñas das redes de Bravais clasificadas nos sete sistemas cristalográficos. Dentro de cada sistema unhas redes se diferencian das outras pola posición dos puntos na celdiña (P, I, F, C). Por exemplo o sistema cúbico ten as tres celdiñas que aparecen na figura da esquerda: primitiva (P) so ten puntos nos vértices; a centrada no corpo (I) os ten nos vértices e no centro e a centrada nas caras (F) os ten nos vértices e no centro das caras.



**nas tres direccións do espacio** dun tipo concreto de celdiña unidade. Na figura inferior tes un exemplo de cómo apilando unha mesma celdiña (cúbica neste caso) se poden obter diferentes



**CUBIC**  
 $a = b = c$   
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

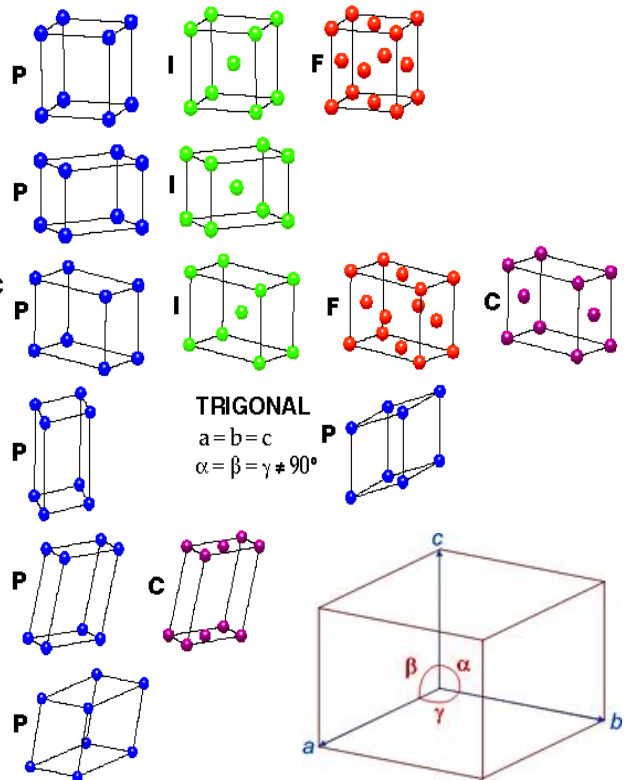
**TETRAGONAL**  
 $a = b \neq c$   
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

**ORTHORHOMBIC**  
 $a \neq b \neq c$   
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

**HEXAGONAL**  
 $a = b \neq c$   
 $\alpha = \beta = 90^\circ$   
 $\gamma = 120^\circ$

**MONOCLINIC**  
 $a \neq b \neq c$   
 $\alpha = \gamma = 90^\circ$   
 $\beta \neq 120^\circ$

**TRICLINIC**  
 $a \neq b \neq c$   
 $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$



figuras xeométricas.

**Polimorfismo e isomorfismo**

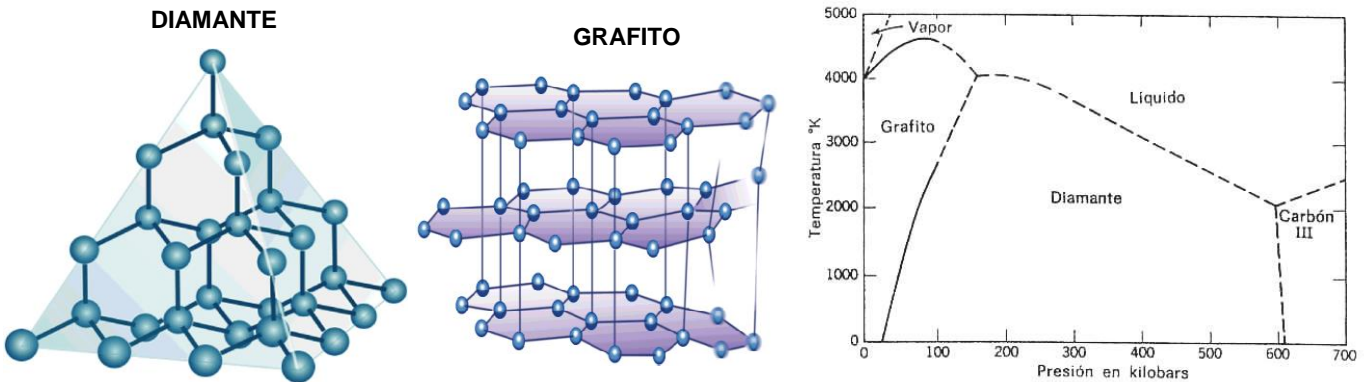
a) Polimorfismo

As propiedades dun sólido cristalino dependen da súa composición química (átomos que o forman) e da súa disposición no espacio (estrutura cristalina). Minerais polimorfos son aqueles que presentan a mesma composición química pero distinta estrutura cristalina. Que os mesmos átomos adopten unha ou outra estrutura depende das condicións nas que se produciu a cristalización (presión e temperatura principalmente). Un exemplo é o diamante e o grafito, ambos formados exclusivamente

por átomos de C. O grafito cristaliza no sistema hexagonal mentras que o diamante faino no sistema cúbico onde cada átomo de C está unido covalentemente a outros 4.

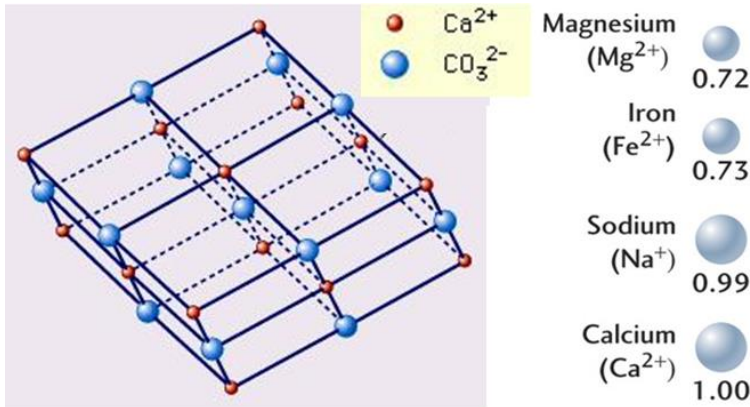
Outro exemplo é o caso do  $\text{CaCO}_3$ , que pode aparecer como dous polimorfos: calcita (sistema trigonal) e o aragonito (sistema rómbico).

Os intervalos de presión e temperatura para as que son estables os diferentes polimorfos represéntanse nos denominados **diagramas de fases**. Na figura inferior tes os polimorfos do carbono asi como as estruturas destes minerais.



**b) Isomorfismo**

Minerais isomorfos son aqueles que teñen a mesma estrutura cristalina pero distinta composición química. Xeralmente as diferencias de composición son moi pequenas polo que os minerais adoitan ser moi semellantes.



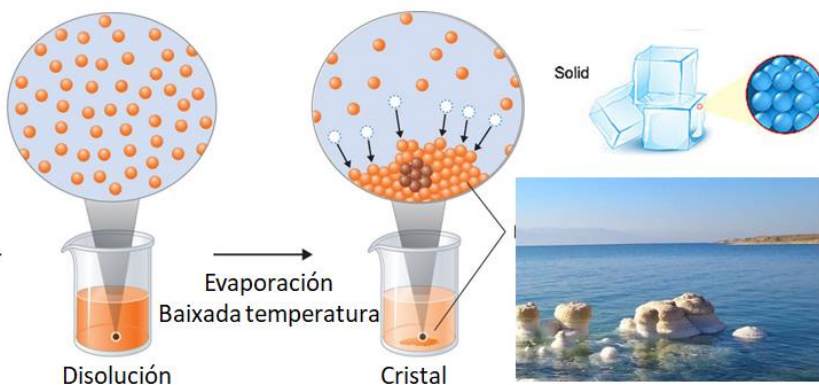
Na maioría dos casos o isomorfismo prodúcese por un fenómeno chamado **sustitución iónica**, que consiste en que un determinado ión ocupa o posto de outro nunha rede cristalina sen alterala. Para que se poida dar esta sustitución os ións teñen que ser moi semellantes en canto a tamaño (radio iónico) e carga.

Un exemplo son os minerais **magnesita, siderita e calcita**. A magnesita é un carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ), pero como o  $\text{Fe}^{+2}$  é moi parecido en tamaño e carga ó  $\text{Mg}^{+2}$  pode ocupar o seu posto na rede cristalina, dando lugar á siderita que é un carbonato de ferro ( $\text{FeCO}_3$ ) sen que varíe a estrutura cristalina. O mesmo acontece co  $\text{Ca}^{+2}$  que

dará lugar á calcita que é un carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

**Formación dos cristais**

Un cristal pódese formar por 4 procesos:



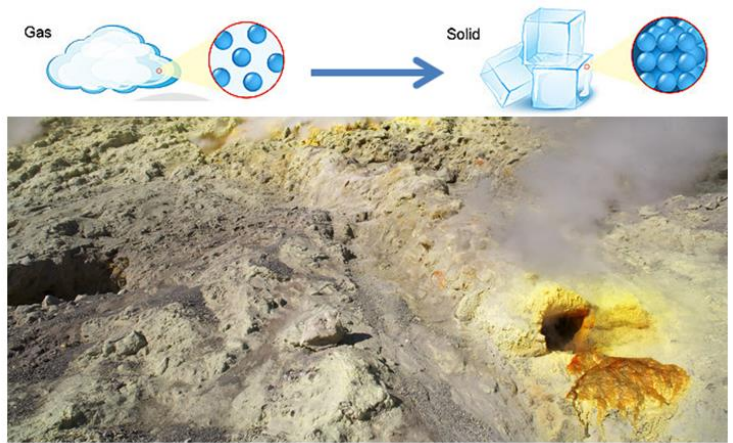
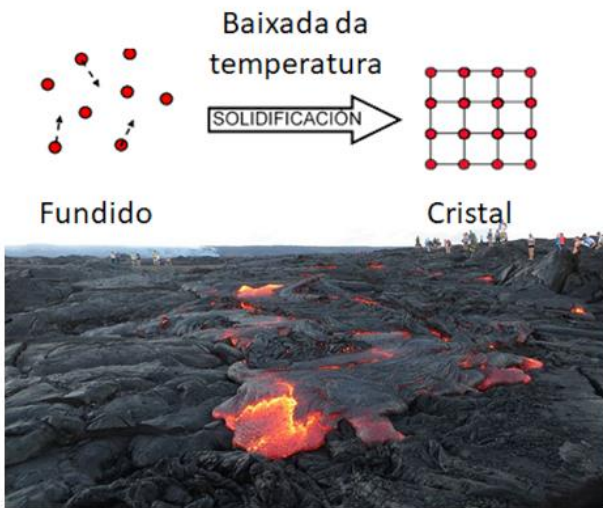
Precipitación a partir dunha disolución. Se temos unha disolución e cambian as condicións (diminución da temperatura, evaporación do disolvente) o exceso de soluto pasa ao estado sólido, proceso que se chama precipitación. É importante en certas rochas sedimentarias (evaporitas) formadas en ambientes onde a evaporación é moi alta como no caso do Mar Morto.

Solidificación dun fundido. Un material fundido está en estado líquido pero se baixa a temperatura os seus átomos se paran e poden quedar ordeados formando cristais. É o proceso principal na formación das rochas ígneas que se orixinan pola solidificación de

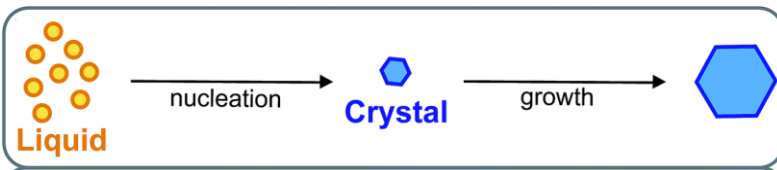
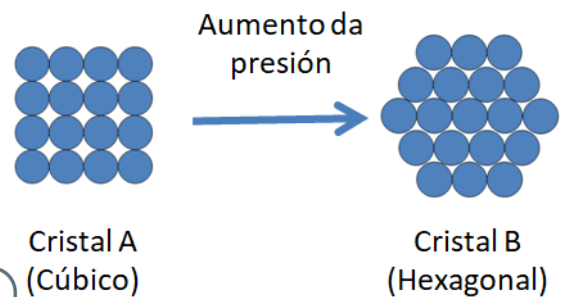
magmas.

Sublimación inversa. É o paso directo de gas a sólido. Os átomos en estado gasoso se moven libremente pero certas substancias poden pasar directamente a estado sólido sen pasar por líquido. Acontece en zonas volcánicas onde a partir dos gases liberados se orixinan minerais como o xofre.

Na páxina seguinte tes ilustrados estes procesos.



**Recristalización.** É calquera transformación de cristais en estado sólido. Pode ser a unión de varios cristais, transformación duns cristais noutros distintos ou reaccións químicas en estado sólido. Na figura tes un exemplo hipotético dun mineral que modifica a súa rede cristalina en resposta a un aumento da presión como acontece co olivino no interior do manto terrestre. É o proceso máis importante na formación das rochas metamórficas. Independentemente de cal sexa o proceso que o orixina, a formación dun cristal consta de dúas etapas: **nucleación e**



**crecemento.**

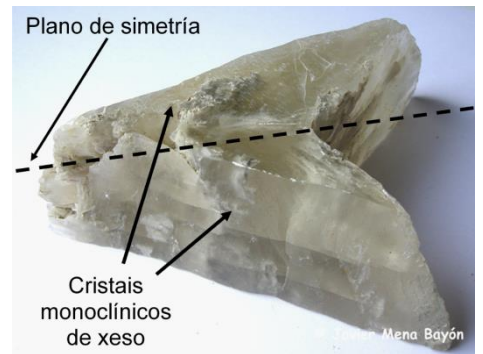
A nucleación consiste na formación dun pequeno grupo de átomos chamado núcleo que vai a ser punto de inicio da formación do cristal. A partir de

aquí se lle van unindo máis átomos o que conduce ó aumento de tamaño do cristal (crecemento). O núcleo pode ser do mesmo material ca o resto do cristal ou diferente.

Estes procesos son delicados e calquera perturbación externa os pode interromper, polo que para a formación dun cristal de tamaño suficiente e con caras cristalinas se precisa tempo, espazo e repouso.

**Agregados cristalinos e maclas**

Cando se forman os cristais é frecuente que se orixinen varios á vez e que no seu proceso de crecemento acaben unidos uns aos outros formando **agregados cristalinos** que poden ter moi diversa morfoloxía. Un tipo particular de agregados cristalinos son as **maclas**, onde os cristais aparecen xuntos existindo entre eles elementos de simetría. Un exemplo clásico é a macla en punta de flecha do xeso que tes na imaxe da dereita. Como podes ver na figura consta de dous cristais monoclinicos que crecen xuntos e entre eles hai un plano de simetría.



**1.3- PROPIEDADES FÍSICAS DOS MINERAIS**

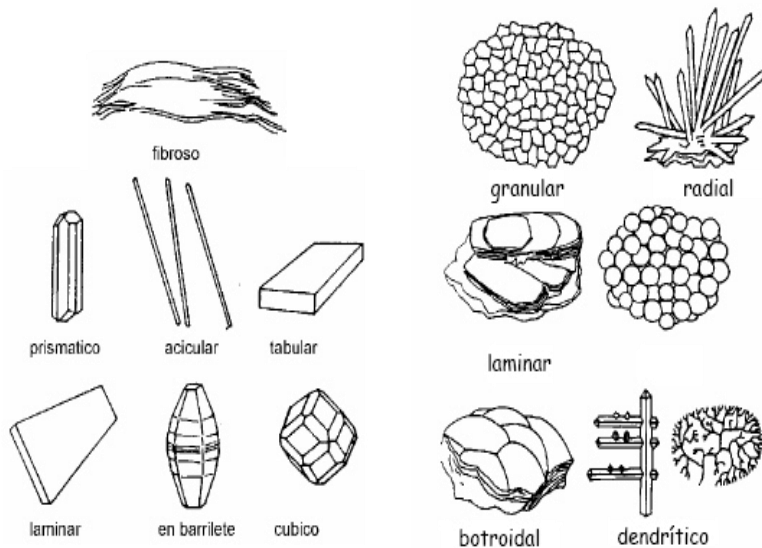


Son unha serie de características propias de cada mineral, relacionadas ca súa composición química e estrutura cristalina, e que nos van a axudar na súa identificación. Podémolas agrupar en 3 categorías: morfolóxicas, mecánicas e ópticas.

**1.3.1- Propiedades morfolóxicas**

A forma dun mineral é o resultado do apilamento das celdas unidade que forman a rede cristalina.

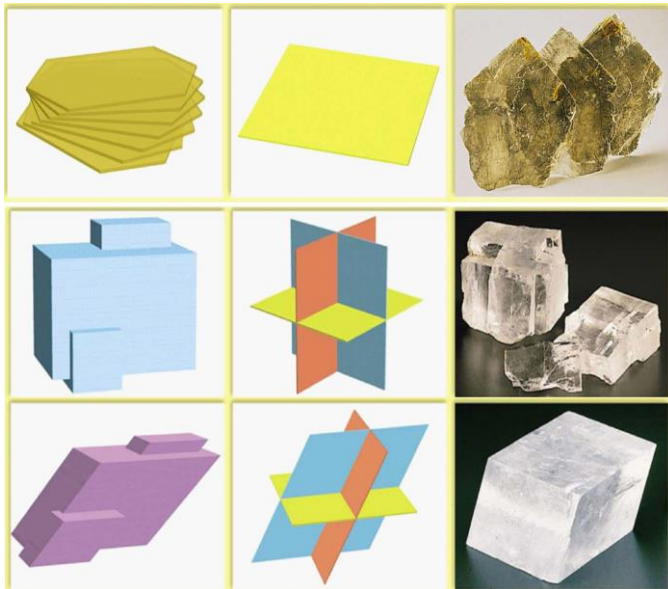
Os minerais poden aparecer como **cristais individuais** ou como **agregados cristalinos**. No caso dos cristais individuais a **forma** é unha propiedade característica no caso dos cristais idiomorfos (limitados por caras planas e de formas xeométricas regulares), onde é un reflexo da estrutura interna.



Ainda que non sexan cristais idiomorfos nalguns minerais poden aparecer formas características debidas a crecementos preferentes dos cristais nalgunhas direccións, é o que se chama o **Hábito cristalino**: isométrico (igual nas tres direccións), tabular (predominan dúas), prismático (predomina unha), acicular (moi fino).

Se aparece como **agregados** de varios cristais podemos atoparnos con agregados granulares (cristais alotriomorfos dispostos irregularmente), fibrosos (cristais prismáticos ou aciculares paralelos), drusas (recubren superficies planas), xeodas (tapizan cavidades internas), dendríticos (en forma de ramas dunha árbore). Se os cristais que forman os agregados teñen elementos de simetría se forman as maclas.

**1.3.2- Propiedades mecánicas**



e tres planos non perpendiculares.

Se o mineral non exfolía ou rompe por unha zona distinta á da exfoliación, o aspecto da superficie de fractura ten un aspecto que pode ser característico (concoidea, rugosa, etc.) que se denomina fractura.

**A DUREZA**

A dureza se pode definir como a resistencia que opón un mineral a ser raiado. Esta propiedade depende da forza ca que estean unidos os constituíntes do mineral (átomos, ións, etc). Para determinala existe unha escala empírica (escala de Mohs que tes na imaxe da páxina seguinte). Un mineral será máis duro ca outro se o raia e máis brando se é raiado por él. A efectos prácticos utilízanse unha serie de obxectos cotians de dureza coñecida cos que se pode probar a dureza do mineral: unlla (2), cobre (3), navalla ou cravo de aceiro (5), vidro (6). Para probar se raia utilizamos unha superficie fresca e limpa do mineral que vai a ser raiado ou unha esquina do que queremos comprobar se raia.

**1.3.3- Propiedades ópticas**

**A COR**

A cor depende das lonxitudes de onda reflexadas e absorbidas polo mineral. É unha propiedade importante pero non sempre fiable pois moitos minerais poden presentar diversas cores segun impurezas que conteñan (minerais alocromáticos como por exemplo as variedades do cuarzo). Para outros sen embargo é unha

**EXFOLIACIÓN-FRACTURA**

A exfoliación é a tendencia de certos minerais a romperse segun uns planos definidos chamados planos de exfoliación e que se corresponden a planos donde a unión entre os átomos é máis débil.

Segundo a superficie destes planos diremos que a exfoliación é perfecta, boa ou imperfecta. Na figura aparecen os exemplos máis típicos de exfoliación: un so plano de exfoliación, tres planos perpendiculares

10	Diamante		
9	Corindón	Se raya con el diamante	
8	Topacio	Se raya con un papel de lija	
7	Cuarzo	Raya al vidrio	
6	Ortosa	Se raya con la navaja	
5	Apatito	Se rayan con un vidrio	
4	Fluorita	Se raya con una moneda o trozo de cobre	
3	Calcita	Se raya con una moneda o trozo de cobre	
2	Yeso	Se rayan con la uña	
1	Talco	Se rayan con la uña	

propiedade caracterísitica (minerais idiocromáticos: cinabrio, azurita, etc.)

## A RAIA

É a cor do po moi finamente triturado dun mineral. É máis constante ca cor deste e aínda que xeralmentee é a mesma ca do mineral pode haber diferenca. Determinase reaiando o mineral (superficie fresca) sobre unha placa de porcelana sin bernizar (dureza 6,5-7) e obsérvase a cor sobre o fondo branco (para minerais metálicos de raia crara úsase a lidita chamada pedra de toque).

## O BRILLO

Defínese como o xeito que ten un mineral de reflectir a luz. Clasifícase en dous grandes grupos: **metálico**, moi intenso e propio de minerais opacos, sendo máis marcado sobre superficies planas; e **non metálico** do que hai varios tipos: vítreo (parecido ó do vidro), nacarado, graxo, adamantino, etc.

### 1.3.4- Outras propiedades

Podemos incluír aquí:

**Densidade:** relación entre a masa e o volume. É unha medida do tipo de átomos e o grao de compactación.

**Propiedades magnéticas:** capacidade de ser atraídos por un imán, propia da magnetita.

**Propiedades organolépticas,** que se detectan cos sentidos: sabor salgado da halita, tacto graxo do talco ou cheiro característico do xofre.

**Propiedades químicas:** efervescencia co HCl propia dos carbonatos como a calcita.

**Doble refracción:** Consecuencia da birrefrinxencia (velocidade da luz diferente según a dirección no cristal). Un raio de luz incidente se desdobra en dous, un ordinario que non se desvía e outro extraordinario que se desvía da dirección anterior. Fácilmente apreciable nunha variedade da calcita (espato de Islandia).

## 1.4 – CLASIFICACIÓN DOS MINERAIS.

Os minerais clasifícanse en varias clases segundo a súa composición química, velái as máis importantes xunto con algúns exemplos de cada unha.

### 1.4.1- Elementos nativos

Conteñen un único tipo de átomos: ouro, cobre, xofre ou os xa citados polimorfos do C, diamante, grafito.

### 1.4.2-Sulfuros e sulfosales

Conteñen o anión  $S^{2-}$  ou  $S_2^{2-}$ . Moitos deles son **menas de metais** (minerais a partir dos cales se obteñen, mediante procesos industriais, metais de interese).

#### Pirita (FeS<sub>2</sub>)

Cor amarelo latón e brillo metálico. Aparece frecuentemente en cristais idomorfos cúbicos. Dado o baixo contido en ferro non se emprega para a obtención deste metal senón para a fabricación do acedo sulfúrico.

#### Calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>)

É un sulfuro de cobre e ferro. Aspecto similar á anterior anque non adoita presentarse en cristais idomorfos. Se distingue da pirita pola dureza (a pirita raia ao vidro e a calcopirita non). É a principal mena de cobre.

#### Cinabrio (HgS)

Cor vermello intenso moi característico. É mena de mercurio.

#### Galena (PbS)

Cor gris e brillo metálico. Exfoliación perfecta en tres planos perpendiculares. Mena de plomo. Pode conter prata (galena argentífera) e entón tamén se usa como mena deste metal.

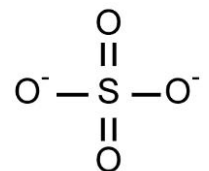
#### Blenda ou esfalerita (ZnS)

Principal mena de cinc. Cor variable sendo moi característica a blenda acaramelada de cor mel.

### 1.4.3-Sulfatos.

Conteñen o anión  $SO_4^{2-}$  (non os confundades cos sulfuros).

O máis importante é o xeso que é un sulfato de calcio dihidratado:  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . Isto quere dicir que a rede cristalina deste mineral contén moléculas de agua xunto cos ións correspondentes. É un mineral moi brando (se raia ca unlla) e soluble. Moitos orixinan a escaiola moi utilizada na construción.



### 1.4.4-Carbonatos

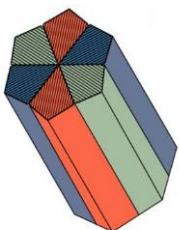
Conteñen o anión  $CO_3^{2-}$ . Os carbonatos producen efervescencia co HCl.

O mais abundante é a calcita ( $CaCO_3$ ) que presenta unha típica exfoliación en tres planos non perpendiculares. É o principal compoñente das rochas calizas ou calcarias.

A siderita ( $FeCO_3$ ) e magnesita ( $MgCO_3$ ) son isomorfos da calcita xa citados. O primeiro contén ferro e o segundo magnesio

O aragonito é un polimorfo da calcita que presentar unhas características maclas pseudohectagonais (figura da esquerda).

A dolomita é un carbonato de calcio e magnesio de fórmula  $CaMg(CO_3)_2$ . Non produce efervescencia co HCl en frío pero si en quente. Principal compoñente das dolomías.



**1.4.5- Óxidos e hidróxidos**

Son combinacións co O ou co grupo OH e moitos deles son tamén importantes menas metálicas.

Hematite ou olixisto (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

É a principal mena de ferro. Cando está ben cristalizado ten cor gris plateado e brillo metálico pero con frecuencia aparece en masas de cor ocre a vermello. Ten raia vermella.

Magnetita

É un óxido de ferro complexo e a súa característica máis salientable é a de ser atraído polos imáns, existindo algunhas variedades que actúan como imáns naturais.

Casiterita (SnO<sub>2</sub>)

É un óxido de estaño e unha importante mena deste metal.

**1.4.6- Haluros ou haloxenuros**

Conteñen anións do grupos dos halóxenos, principalmente cloruros (Cl) e fluoruros (F).

Halita (NaCl)

É a sal común. Cristaliza no sistema cúbico aínda que adoita presentarse en masas irregulares. É incolora e de sabor salgado. Moi soluble en auga.

Fluorita (CaF<sub>2</sub>)

Adoita presentarse en cristais cúbicos ou octaédricos de cor variable (azúl, verde, ...). Da nome á fluorescencia, propiedade pola que ao iluminar un mineral con luz ultravioleta remite luz noutra cor.

Silvina (KCl)

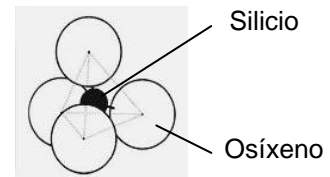
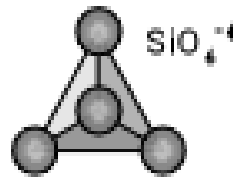
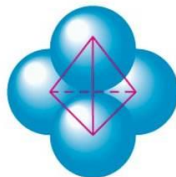
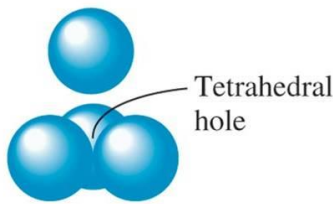
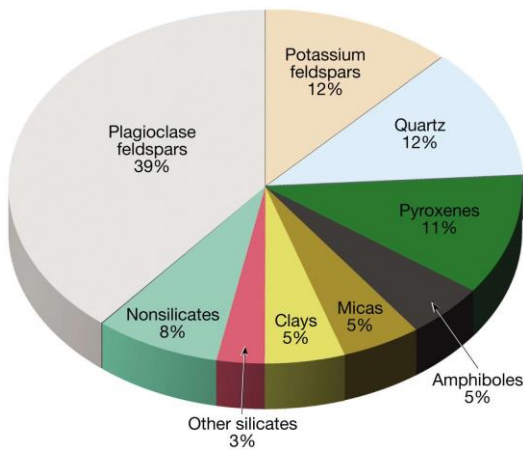
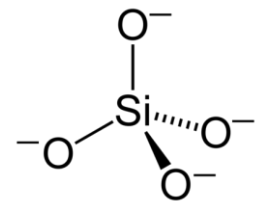
Como a halita cristaliza no sistema cúbico aínda que adoita presentarse en formas irregulares. Cando é pura é incolora pero frecuentemente está coloreada por impurezas, especialmente avermellado por óxidos de ferro.

**1.4.7- Os silicatos**

Os silicatos, son o grupo máis importante e abundante, xa que forman parte da maioría das rochas presentes na Terra (gráfico adxunto).

Os silicatos conteñen como unidade básica o **tetraedro de sílice**. É un anión formado por 4 átomos de osíxeno unidos covalentemente a un átomo de silicio. Os catro átomos de osíxeno teñen cadansúa carga negativa e están dispostos cara os vértices dun tetraedro imaxinario, quedando o silicio no medio (figura da dereita).

A fórmula deste anión é (SiO<sub>4</sub>)<sup>-4</sup> e a súa xeometría a tes representada nos debuxos inferiores.



Os tetraedros de sílice poden unirse entre eles compartindo algún dos seus átomos de osíxeno, xa que éstos poden formar dous enlaces covalentes con dous átomos de Si distintos. A este proceso se lle chama polimerización e dependendo do número de átomos de osíxeno compartidos se formarán distintas estruturas. Os átomos de osíxeno compartidos non teñen carga pero os non compartidos están cargados negativamente o que fai que os polímeros resultantes se poidan unir entre eles mediante catións (ións con carga positiva cos que forman enlaces iónicos).

Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>-6</sup>

**EXERCICIO**

O debuxo da esquerda representa a estrutura básica dos sorosilicatos.

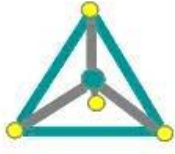
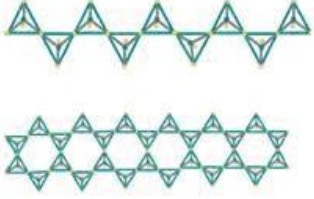
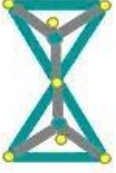
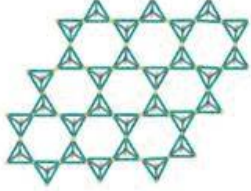
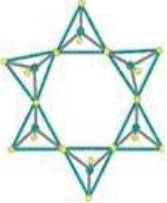
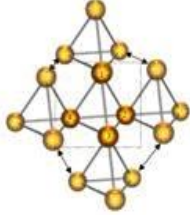
a) Sinala os átomos de O e os de Si. Cómo se unen os dous tetraedros de sílice representados?

b) Indica o átomo de O compartido. ¿Qué tipo de enlace une estes átomos?

c) Sinala no debuxo os átomos que están cargados e os que non. A qué se debe a presenza das cargas?

d) Qué se precisaría para que moitas unidades deste tipo se poideran unir para formar un mineral?. Qué tipo de enlace aparece neste caso?.

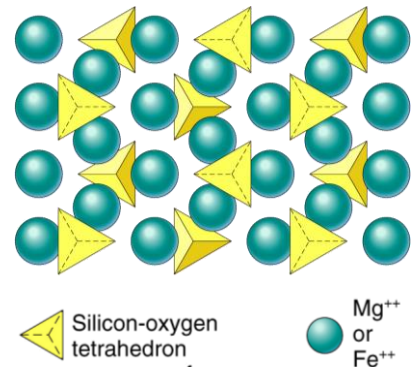
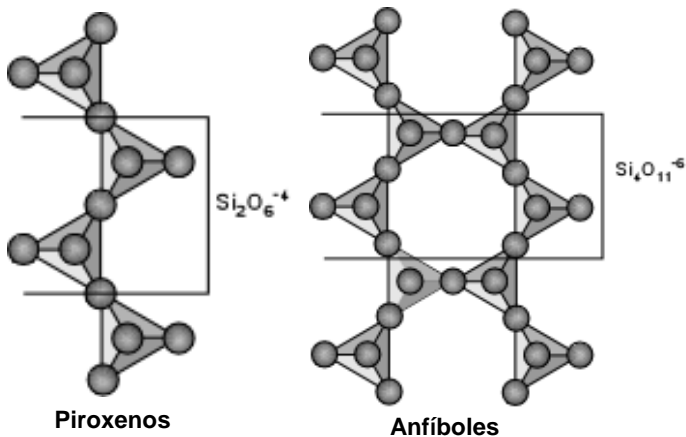
Os diferentes grupos de silicatos se diferencian no grao de polimerización dos tetraedros de sílice e os tes representados na figura inferior.

Nesosilicato		Inosilicato de cadena simple Inosilicato de cadena dobre	
Sorosilicato		Filosilicato	
Ciclosilicato		Tectosilicato	

Veremos os exemplos máis salientables.

a) Nesosilicatos

Formados por tetraedros de sílice sen polimerizar e que se unen uns aos outros mediante catións. Destaca o **olivino** que en realidade é unha serie isomorfa onde os catións que unen os tetraedros son  $Fe^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ . A fórmula deste mineral é  $(Mg,Fe)_2SiO_4$ . Adoita ter unha cor de verde a negro (depende da cantidade de ferro) e ten un punto de fusión moi alto polo que está asociado a rochas volcánicas.



b) Inosilicatos

Os tetraedros de sílice forman cadeas lineais de lonxitude indefinida. Son moi abundantes nas rochas ígneas. Hai dous tipos:

- **Piroxenos**, os tetraedros forman cadeas simples ao compartir dous osíxenos cos seus veciños. Estas cadeas se unen unhas ás outras mediante catións. Exemplo a auxita.
- **Anfíboles**, os tetraedros forman dobles cadeas que se unen unhas ás outras mediante catións. Neste caso a metade dos tetraedros comparten dous osíxenos e a outra metade tres. Exemplo a hornblenda.

c) Filosilicatos

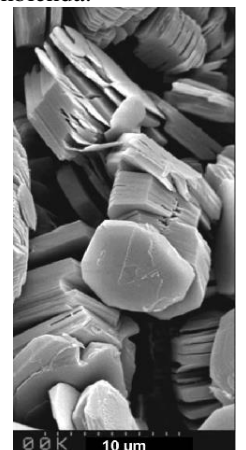
Os tetraedros forman láminas xa que os tetraedros comparten tres dos seus osíxenos cos veciños. Estas láminas se unen unhas a outras mediante catións (figura da páxina seguinte). A este grupo pertencen dous importantes grupos de minerais: **micas** e **minerais arxilosos**.

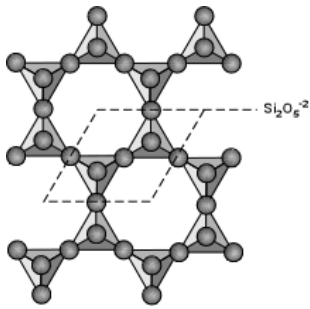
Micas

Presentan unha boa exfoliación en láminas e un brillo nacarado característico. A mica branca se chama **moscovita** e a negra **biotita** que ten esta cor pola presenza de ións de ferro.

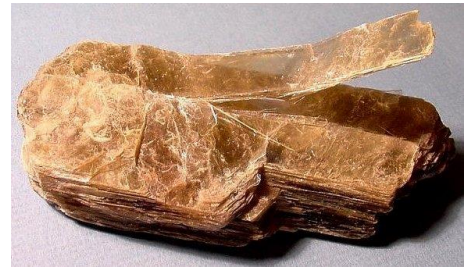
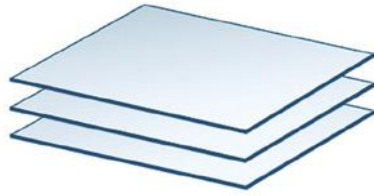
Minerais arxilosos

Grupo abundante de minerais caracterizados por ter cristais planos e microscópicos. Maioritariamente se orixinan por meteorización dos feldspatos. Exemplos son a **caolinita** (fotografía da dereita), moi apreciada en cerámica, ou o **talco**, o mineral máis brande.





**FILOSILICATOS**



**d) Tectosilicatos**

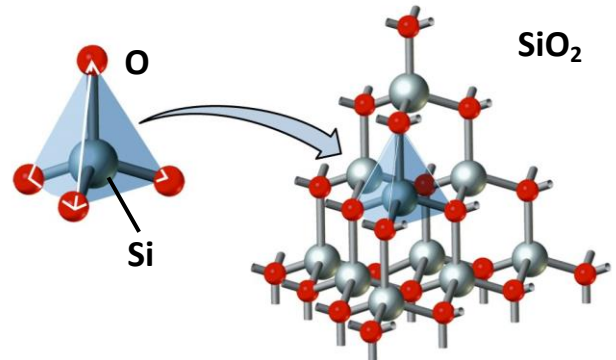
Neste caso os tetraedros de sílice forman armazóns tridimensionais ó compartartiren os catro osíxenos cos tetraedros veciños. Pertencen a este grupo minerais como o **cuarzo** ou os **feldespatos**.

Cuarzo (seixo)

O cuarzo puro (cristal de rocha) contén exclusivamente tetraedros de sílice polo que a súa fórmula é SiO<sub>2</sub> (imaxe da dereita), aínda que pode presentar impurezas que lle dan distintas cores (amatista, rosado, etc.).

O cuarzo fundido e enfriado rapidamente orixina un material amorfo que é o vidro (impropiamente chamado cristal) co que se poden fabricar moitos obxectos. Se se estende en fios moi finos se obtén un material chamado fibra de vidro.

Feldespatos



No caso dos feldespatos acontece que nalgúns tetraedros de sílice o Al ocupa o posto do Si dado o parecido tamaño destes ións (figura da esquerda). Dado que o aluminio ten unha carga positiva menos que o silicio se produce un desequilibrio de cargas no interior do cristal polo que teñen que entrar catións para compensalo. Dependendo dos catións que entren temos dous grandes grupos de feldespatos:

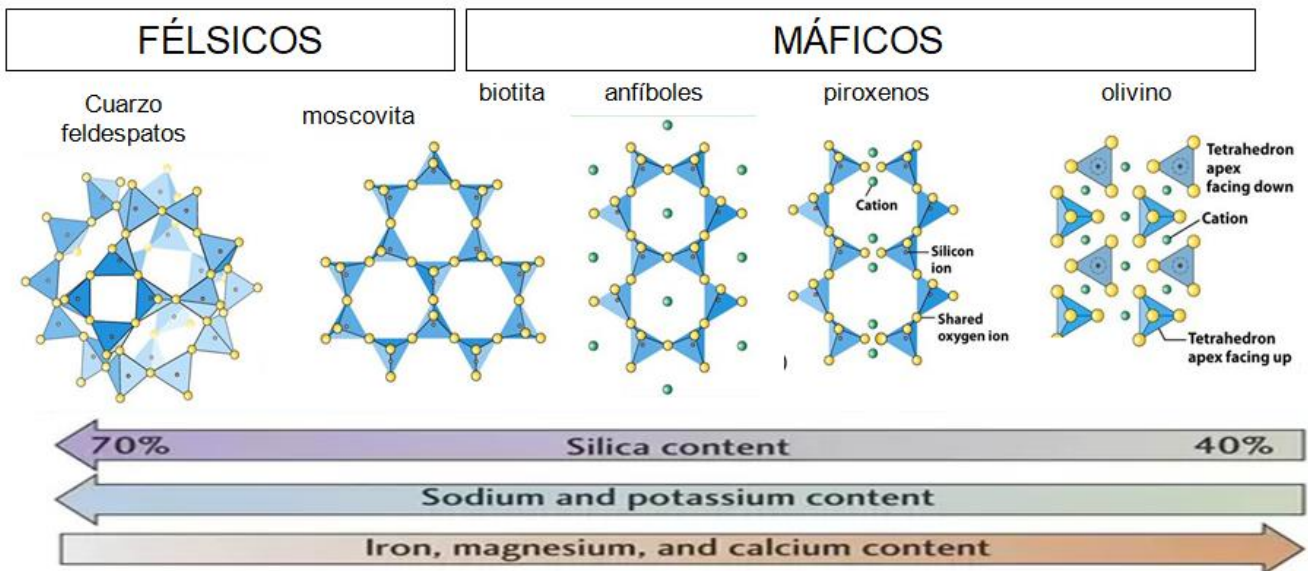
- **Plaxioclasas**, que conteñen Ca e Na en cantidades variables. Por exemplo a albita que ten de fórmula NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> polo que é unha plaxioclasa sódica. As plaxioclasas forman unha serie isomorfa con contidos variables de Ca e Na.
- **Feldespatos potásicos** conteñen exclusivamente K como a ortosa cuxa fórmula é KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

**MINERAIS ÁCIDOS E BÁSICOS**

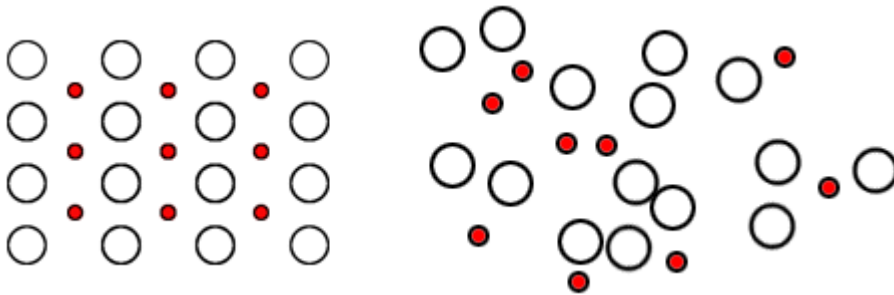
Segun a porcentaxe de sílice que conteñan os silicatos se poden clasificar en dous grandes grupos:

**Minerais félsicos ou ácidos**, teñen un alto contido en sílice. Adoitan ter unha cor clara e son máis lixeiros, como por exemplo o cuarzo, feldespatos ou a mica branca (moscovita).

**Minerais máficos ou básicos**, teñen un baixo contido en sílice e conteñen proporcións importantes de catións como o ferro ou o magnesio. Son os piroxenos, anfíboles ou a mica negra (biotita). Teñen cores escuras e son máis densos.

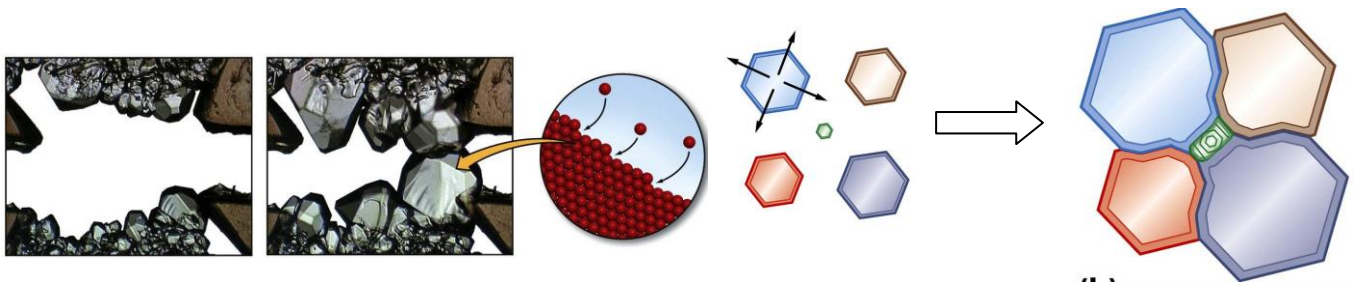


**EXERCICIOS**



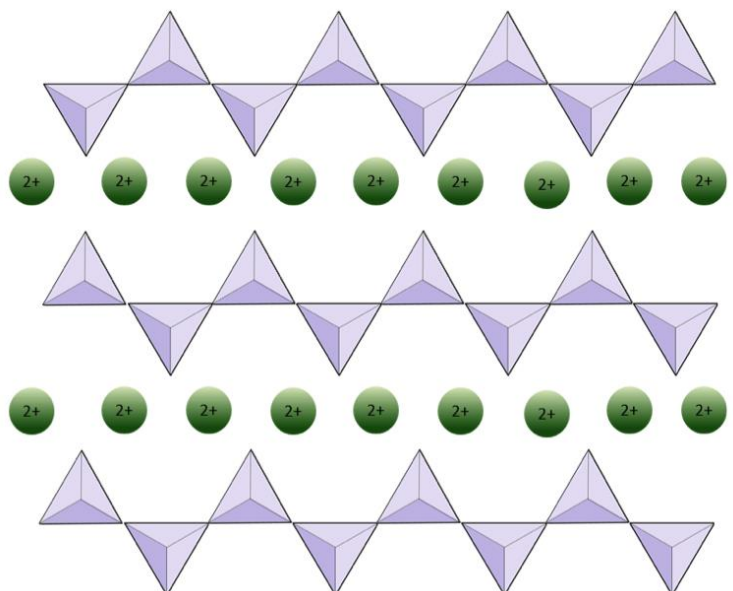
1. O debuxo adxunto representa a posición dos átomos en dous sólidos imaxinarios. a) Indica, xustificando a resposta cal pertence a un sólido amorfo e cal a un sólido cristalino. No caso do sólido cristalino, localiza unha posible celdiña unidade. b) Podemos afirmar que calquera sólido cristalino é un mineral. Xustifica a resposta.

2. Indica as diferencias e similitudes entre as seguintes parellas de conceptos: CISTAL-CRISTAL IDIOMORFO; SÓLIDO CRISTALINO-MINERAL; SÓLIDO CRISTALINO-SÓLIDO AMORFO.
3. Os parámetros cristalográficos do mineral **calcantita** (sulfato de cobre pentahidratado) son:  $a = 6.12 \text{ \AA}$ ,  $b = 10.07 \text{ \AA}$ ,  $c = 5.97 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 97^\circ 35'$ ,  $\beta = 107^\circ 10'$ ,  $\gamma = 77^\circ 33'$ .
  - a) Utilizando a información dos apuntes indica o sistema cristalográfico ó que pertence.
  - b) Cristais deste tipo podense obter no laboratorio a partir dunha disolución de sulfato de cobre e deixando evaporar a auga. Que proceso acontece? Obtemos así un mineral? Xustifica as respostas.
4. Que son minerais polimorfos e a que se debe a súa existencia?
5. O vidro das fiestras, vasos etc., impropriamente chamado cristal, obtense a partir dunha pasta de silicatos fundida que se arrefría en auga. Estará constituído por materia cristalina ou materia amorfa? Razona a resposta.
6. Os debuxos inferiores se refiren ao mesmo proceso. De que proceso se trata? Descríbeo. Que é un agregado cristalino? Sinálao no debuxo.



7. Sería posible un silicato que tivera como fórmula  $\text{SiO}_4$ ? Xustifica a tua resposta.
8. Que é a exfoliación dun mineral? Que relación existe entre a exfoliación das micas e a súa estrutura?

9. O debuxo inferior é un esquema da estrutura dun tipo de silicato.
  - a) Que son os silicatos e cal é a súa unidade estrutural?
  - b) De que tipo de silicato se trata? Xustifica a resposta.
  - c) Que son as esferas do debuxo e cal é o seu papel?
  - d) Cantos osíxenos comparte cada tetraedro cos veciños?
  - e) Que tipos de enlaces aparecen na estrutura representada?



**10. Emparella cada número da primeira lista cunha letra da segunda (unha letra pode corresponder a máis dun número)**

- 1) Feldespato. 2) Grafito. 3) Fluorita. 4) Pirita. 5) Blenda. 6) Hematites. 7) Halita. 8) Casiterita. 9) Dolomita. 10) Xeso.
- A) Elementos nativos. B) Haloxenuros. C) Sulfuros e sulfosales. D) Óxidos e hidróxidos. E) Sulfatos. F) Carbonatos. G) Silicatos.

**11. Copia as seguintes frases, completando cada unha coa palabra que falta.**

- a) A unidade estrutural básica dos silicatos vén dada por un átomo de silicio central, unido a catro átomos de osíxeno que ocupan os vértices dun \_\_\_\_\_ imaxinario.
- b) A \_\_\_\_\_ é a resistencia que opoñen os minerais a ser raiados.
- c) Os minerais da clase \_\_\_\_\_ pódense recoñecer porque ao botarlles ácido clorhídrico reaccionan producindo efervescencia.

- d) A fórmula  $\text{FeS}_2$  corresponde ao mineral \_\_\_\_\_.
- e) A escala de Mohs mide a \_\_\_\_\_ dun mineral.
- f) O \_\_\_\_\_ é o aspecto do mineral cando reflicte a luz.
- g)  $\text{SiO}_2$  e a fórmula do mineral \_\_\_\_\_.
- h) O diamante e o \_\_\_\_\_ son minerais polimorfos do carbono.

### 12. Define os seguintes termos:

Isomorfismo – Polimorfismo – Mena – Nesosilicato – Cristal – Filosilicato – Ganga

### 13. Relaciona os seguintes minerais (números) cunha característica (letras).

1-Diamante. 2-Halita. 3-Casiterita. 4-Seixo. 5-Olivino. 6-Calcita. 7-Biotita. 8-Cinabrio. 9-Calcopirita. 10-Hematites (olixisto).  
 A-Exfoliación perfecta en láminas. B-Dureza 10. C-Soluble en agua. D-Efervescencia con clorhídrico. E-Mena de mercurio. F-Cor verde. G-Mena de cobre. H-Industria do ferro. I-Fibra de vidro. J-Mena de estaño

14. O debuxo e fotografía da dereita corresponden a unha forma do mineral casiterita chamada *pico de estaño*.

- a) Cantos cristais observas?  
 b) Trátase dunha macla? Xustifica a resposta  
 c) A que grupo de minerais pertence a casiterita?



### 15. Emparella:

- 1) Silicatos 2) elementos nativos 3) óxidos 4) sulfuros 5) fosfatos 6) sulfatos 7) carbonatos  
 A) Anfíboles B) calcita C) seixo D) xeso E) galena F) aragonita G) pirita H) hematita I) apatita J) xofre

### 16. Emparella:

- 1) Hematita 2) galena 3) blenda 4) cinabrio 5) calcopirita 6) bauxita 7) fluorita 8) silvina 9) casiterita 10) magnesita  
 A) Chumbo B) ferro C) aluminio D) magnesio E) potasio F) zinc G) flúor H) cobre I) estaño J) mercurio

### 17. Emparella:

- 1) Ortosa 2) galena 3) fluorita 4) cinabrio 5) olivino 6) biotita 7) aragonita 8) grafito 9) casiterita 10) cuarzo  
 A) Nesosilicatos B) filosilicatos C) tectosilicatos D) elementos nativos E) sulfuros F) óxidos G) carbonatos H) haloxenuros

### 18. Forma cinco frases correctas e con significado xeolóxico, empregando un termo de cada columna en cada frase.

Plaxioclasa	Sulfuro	Filosilicatos
caolinita	Cadeas simples	Carbono
diamante	láminas	Inosilicatos
cinabrio	grafito	Tectosilicatos
piroxeno	feldespatos	mercurio

## AMPLIACIÓN: O WOLFRAMIO EN GALICIA

O wolframio ou tunsteno é o metal que ten o punto de fusión máis alto (3.422°C) polo que se utiliza para facer máis resistentes ao calor diferentes pezas de metal como os canóns das armas de fogo.

A principal mena de wolframio é a wolframita ((Fe, Mn)WO<sub>4</sub>), mineral que pertence ao mesmo grupo que os carbonatos.

Este mineral foi explotado en Galicia e durante épocas de conflitos bélicos como a segunda guerra mundial acadou prezos moi elevados o que provocou un fenómeno similar ao da febre do ouro en USA.



≡ EL PAÍS

GALICIA

### El oro de Galicia fue el volframio

#### *Las necesidades bélicas cambiaron por completo la economía de O Barbanza*

O Barbanza, como si de una pequeña California se tratase, vivió su fiebre minera con el volframio, un metal que la Segunda Guerra Mundial convirtió en estratégico y que situó a la comarca en el centro del espionaje alemán y aliado. El III Reich conocía las virtudes del volframio, usado para reforzar el acero de los cañones. Pero el suelo alemán carecía de este metal, así que los nazis se lanzaron a su explotación en O Barbanza y otras zonas del norte peninsular. La vida de los vecinos de la comarca cambió radicalmente.

"La explotación del volframio provocó un cambio profundo en la mentalidad de la gente. En un país marcado por la miseria, sirvió para lograr ingresos extra e incluso para amasar fortunas que se ganaban de día y se gastaban de noche", explica el representante de Alicerce, Leonardo González.

La del volframio fue una explotación intensa pero breve en el tiempo. El mineral dejó de interesar al concluir en 1945 la Segunda Guerra Mundial y, aunque volvió a repuntar con la guerra de Corea (1951-1953), nunca lo hizo con la misma intensidad. "Excepto la mina de San Finx, en Lousame, la mayoría eran pequeñas y poco rentables", cuenta González.