pero si se eleva mas la temperatura este peróxido vuelve al estado de protóxido.

El peróxido de cobalto (Co^2O^3) es negro y no salificable; de donde resulta que en contacto de los ácidos sulfúrico y nítrico concentrados deja desprender oxígeno; y con el clorídrico, cloro. Tiñe, lo mismo que el protóxido, de color azul intenso el vidrio y el borax. El *esmalte ó azul* ya dejamos dicho en otro lugar que es un vidrio silíceo, coloreado por el óxido de cobalto impuro resultante de tostar la mina de cobalto arsenical. El *azul de Thenard* es un ostato de cobalto mezclado con alúmina, de un color magnífico muy usado en la pintura. Finalmente con el *cloruro de cobalto* se prepara una *tinta simpática* muy curiosa que no es mas que una disolucion diluida y de color de rosa de esta sal: escribiendo con ella desaparece completamente lo escrito luego que se seca al aire libre, pero se presentan los caracteres de color azul calentando moderadamente el papel á la lumbre, para desaparecer de nuevo cuando por su esposicion al aire atraen la humedad atmosférica. Debe tenerse cuidado de no calentar demasiado el papel, porque entonces alterándose este por la accion del ácido de la sal aparecen negros los caractéres y no vuelven á desaparecer.

Familia del hierro.

Este metal conocido de toda antigüedad es el mas esparcido en la naturaleza y el mas útil al hombre. Se encuentra en diez y siete estados, á saber:

nativo	hidratado	cromatado
arseniurado	sulfatado	tungstatado
sulfatado	carbonatado	tantalatado
sulfo-arseniurado	oxalatado	titanatado
oxidulado	fosfatado	silicatado
oxidado	arseniatado	

Hierro nativo.

El hierro es un metal tan oxidable que es sumamente raro encontrarle en la naturaleza en estado metálico, y aun entonces existe solo accidentalmente, y muy frecuentemeute por la accion de los fuegos volcánicos. De esta manera es como se encuentra en las lavas de la montaña de Graveneire en el Puy-de-Dóme envuelto en hierro oxidado y en un terreno evidentemente volcánico. Se halla tambien en un filon en las cercanias de Grenoble y en una masa de hierro hidratado en Kamsdorff (Sajonia). Se hace mencion finalmente de un *acero nativo* encontrado en los productos de las hornagueras incendiadas en Labouiche cerca de Neris (Allier); pero son muy raros tales ejemplos, y el último puede considerarse hasta cierto punto como hijo del trabajo del hombre.

Pero existe otra especie de hierro nativo, que sino es muy abundante, se halla diseminado por todas partes sobre la tierra, y cuyas masas, que á veces son considerables, y se hallan á distancia de todo pais civilizado, no dejan lugar á atribuir su formacion á la mano del hombre. Asi por ejemplo tenemos en la América meridional en medio de una inmensa llanura una masa de hierro de 15000 quilógramos: otra cerca de Durango en la nueva Vizcaya que Mr. Humboldt calculó en 20000 quilógramos. M. Pallas observó otra en Siberia de

700 quilógramos: y se citan otras varias en Galam (Africa), en el cabo de Buena esperanza, en Méjico y en la Luisiana. Tambien en Europa se hace mencion de una masa de hierro maleable, del peso de 8000 quilógramos hallada debajo del terreno de las calles de la ciudad de Aken cerca de Magdeburgo, y de otras mas pequeñas encontradas en Bohemia.

Esta especie de hierro nativo se halla indiferentemente por todo el globo segun se vé; y lo mas singular es que en todas presenta casi los mismos caractéres físicos. Es celular y sus cavidades están llenas de una materia silícea de la naturaleza del peridoto ó del olivilo, y siempre contiene niquel, aunque en cantidad muy variable que á veces llega á 16 por 100.

Si reflexionamos ahora que las piedras caidas de la atmósfera conocidas con el nombre de *aerolitos* ó *meteoritos* contienen tambien hierro aleado con niquel; y que estas piedras lo mismo que el hierro nativo se hallan esparcidas en la superficie del globo, y nunca en su interior; no será dificil inclinarnos á creer que las masas de hierro de que hemos hablado son tambien meteoritos.

En la introduccion de este curso hemos espuesto las razones que pueden inducir á suponer que los meteoritos provienen de un cometa hecho pedazos en su choque con la tierra, y cuyos fragmentos lanzados al espacio continúan girando en él hasta que vuelven á entrar en la esfera de atraccion del globo terrestre: hipótesis que parece destinada á reunir el asentimiento general de los fisicos, en sustitucion de otras muchas, y particularmente de la que supone que los meteoritos son despedidos por los volcanes de la luna.

Hierro sulfurado.

En la naturaleza existen muchas combinaciones de azufre y de hierro, las cuales no guardan la misma relacion que los óxidos. Así es que de estos hay

El protoxido de hierro (oxuro ferroso) $= FeO$

El sesqui-óxido (exuro férrico). . . $= FeO^{1,5}$ ó Fe^2O^3

El ácido férrico. . . . . $= FeO^3$

Y por último un compuesto natural y artificial de los dos primeros óxidos formado de $FeO + Fe^2O^3 = Fe^3O^4$.

Y en cuanto á los sulfuros, tenemos un proto-sulfuro (FeS que corresponde) al protóxido: pero no hay, á lo menos en estado de libertad, un sesqui-sulfuro (Fe^2S^3) que corresponda al sesqui-oxido: ni tampoco un súlfido férrico (FeS^3) correspondiente al ácido férrico. El persulfuro de hierro natural es igual á FeS^2: y respecto á los sulfuros intermedios se han determinado tres: uno de ellos formado de $Fe^6S^7 = 5FeS + FeS^2$ puede obtenerse artificialmente calentando fuertemente el bi-sulfuro en vasos cerrados: otro compuesto de Fe^3S^4 parece corresponder á primera vista al óxido negro de hierro Fe^3O^4, pero está formado diferentemente en razon de la diferente composicion del sesquióxido y del bi-sulfuro de hierro: asi es que el óxido intermedio esta compuesto de $FeO + Fe^2O^3$, mientras que el sulfuro consta de $2FeS + FeS^2$.

Hierro protosulfurado.

Se encuentra este sulfuro en las minas de Cornouailles. Sus caractéres físicos no pueden marcarse con precision, porque siempre se le ha confundido con los sulfuros intermedios. Sin embargo debe tener brillo metálico y color de tumbaga ó de bronce. Es soluble en el ácido sulfúrico débil con desprendi-

miento de súlfido hídrico: ejerce una accion enérgica sobre la aguja imantada por lo que se le ha dado el nombre de *pirita magnética*, si bien bajo esta denominacion se han comprendido tambien los sulfuros intermedios.

La análisis verificada por Hatchett le ha dado

				Relac. molec.
Hierro.	63,50	X 2,857	= 181,5	1
Azufre.	36,50	X 5	= 182,5	1

Fórmula: FeS

El proto-sulfuro de hierro rara vez se encuentra aislado; pero es muy comun en el cobre piritoso del que hay muchas especies ó variedades que no pueden representarse sino por una combinacion de FeS con 2,4 ó 5 moléculas de Cu^2S.

Hierro sulfurado intermedio.

Magnetkies, Leberkies. Hay muchas especies de este sulfuro á que se da el nombre de *pirita magnética*, segun hemos dicho arriba, porque atraen la aguja imantada, aunque ejercen sobre ella menos accion que el sulfuro de hierro, y ademas tienen el carácter de que cuando se las trata con ácido sulfúrico débil, no solo desprenden súlfido hídrico, sino que depositan azufre. Presentan un mediano lustre metálico unido á un color gris amarillento ó pardusco, y no dan chispas con el eslabon. Su testura es pequeño-laminar muy perceptible, y su division mecánica parece conducir al prisma recto romboidal ó al prisma exáedro regular que se supone ser su forma primitiva. De las análisis que de ellas se han hecho se derivan al parecer tres fórmulas diversas.

	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª
Hierro. . . .	60,52	59,85	59,72	59,63	56,37
Azufre. . . .	38,78	40,15	40,23	40,13	43,63

1.ª *Pirita magnética de Bodemais*, en Baviera. La fórmula que mas se acerca á la análisis hecha de esta sustancia por H. Rose es $Fe^9S^{10}=8FeS+FeS^2$, la cual da

Hierro.	61,16	9 molec.
Azufre.	38,84	10

2.ª *Pirita magnética de Treseburg* en Harz, por Stromeyer.

3.ª *Pirita magnética de Fahlun*, en Suecia, por Plattner.

4.ª *Pirita magnética de Conghonas do Campo*, en el Brasil, por Plattner.

El término medio de estas tres análisis conduce á la fórmula $Fe^6S^7=5FeS+FeS^2$ que corresponde á la composicion del sulfuro de hierro obtenido calentando fuertemente el bi-sulfuro (1).

Hierro.	60	6 molec.
Azufre.	40	7

5.ª *Pirita magnética de Bareges*, analizada por Stromeyer. Su fórmula es Fe^5S^4 ó $2FeS+FeS^2$, la cual corresponde á

(1) En la pág. 112 hemos dado una fórmula diferente de la composicion de este sulfuro intermedio (Fe^7S^8) calculada, segun los antiguos pesos atómicos del hierro y del azufre. Partiendo de que 100 partes de bi-sulfuro de hiero pierdan por la accion de una alta temperatura 22 de azufre, reteniendo 31,33 y fundándose en los nuevos pesos atómicos de los dos compuestos, resulta la fórmula Fe^6S^7. La espresion $Fe^5S^6=4FeS+FeS^2$ no seria mas conforme con las análisis. Si á pesar de esto se creyese deber admitirla, las tres piritas intermedias estarian representadas por $5Fe^3+FeS^2$: $4FeS+FeS^2$: y $2FeS+FeS^2$.

Hierro.	56,76	100
Azufre.	43,24	

La pirita magnética se encuentra en pequeños montones ó en filones en los terrenos primitivos superiores, y como hemos visto, en muchas localidades. Sin embargo, su existencia se puede tener como una escepcion, comparada con la abundancia de hierro bi-sulfurado ó pirita ordinaria.

Hierro bi-sulfurado.

Existen dos especies de este mineral que difieren bastante en su cristalizacion y demas propiedades para dar motivo á los mineralogistas de separarlas, del mismo modo que han hecho de la cal carbonatada romboidal una especie distinta de la cal carbonatada prismática, aunque la composicion química de las dos parezca ser exactamente la misma.

Primera especie. *Hierro bi-sulfurado cúbico, pirita comun, pirita de hierro, pirita amarilla, Eisenkies.* Es una sustancia de color amarillo de laton muy bajo, de fuerte brillo metálico, pesa 4,98; muy dura, que da chispas vivísimas con el eslabon, las cuales son debidas tanto á la combustion de la pirita como á la del acero, encienden con facilidad la yesca, el algodon, las hojas secas, etc., de cuya propiedad, que utilizaban los antiguos para tener fuego, le viene el nombre de *pirita*. Las piedras de fusil en la época de la invencion de las armas de fuego se fabricaban con esta pirita, á la que despues sustituyó el pedernal.

El hierro bi-sulfurado pulverizado y echado sobre las ascuas desprende olor sulfuroso: no es atacable por los ácidos, á escepcion del nítrico y del agua régia y esta formado de

Hierro.	46,57	1 molec.
Azufre.	53,33	2

Calentado fuertemente en una retorta pierde 22 por 100 de azufre y se transforma en sulfuro intermedio Fe^6S^7. Calentado en un matraz da, segun M. Beudant, al fin de la sublimacion una corta cantidad de súlfuro rojo de arsénico.

La pirita amarilla cristaliza en cubo ó en formas derivadas de él, tales son: el *cubo prolongado*, que representa un prisma recto de base cuadrada; el cu-

Fig. 80

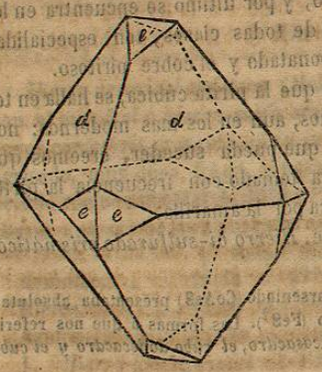
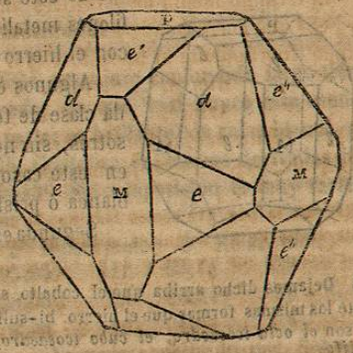


Fig. 81



bo octaedro (fig. 31, pág. 53); el *octaedro* (fig. 12, pág. 38); el *octaedro emarginado* (fig. 64, pág. 155), que es el tránsito del octaedro al dodecaedro romboidal; el *octa-icosaedro* (fig. 80), que es un octaedro cuyos ángulos están reemplazados por biseles correspondientes á las doce caras isósceles del icosaedro, de modo que esta forma constituye un tránsito del octaedro al icosaedro; el *icosaedro* (fig. 24, pág. 44); el *cubo icosaedro* (fig. 81), que es la forma fig. 80, mas avanzada hácia el icosaedro, y que presenta ademas en cada arista del bisel que marca los ángulos del octaedro una parte de cara del cubo; *el cubo dodecaedro*, (fig. 82) que es un medio entre el cubo y el dodecaedro pentagonal; el *dodecaedro pentagonal* (fig. 22 pág. 43) mas ó menos modificado por la variable estension de sus caras; el *trapezoedro* (fig. 25, pág. 44) y por último, el *cubo triglifo*, que es un cubo cuyas caras están estriadas en tres sentidos perpendiculares entre sí: observándose frecuentemente que la línea del medio de cada cara forma una arista saliente que corresponde claramente á la base de una de las caras del dodecaedro pentagonal, de modo que es evidente que el cubo triglifo es el primer indicio del tránsito del cubo al dodecaedro (2).

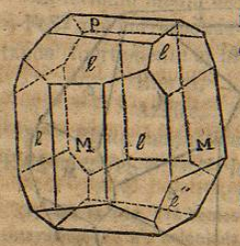
En este caso parece que se ha observado que la pirita contiene oro, y que casi siempre el sulfuro de hierro se transforma á la larga en óxido de hierro hidratado pardo que conserva la forma del sulfuro; y entonces el oro diseminado se deja distinguir en su color amarillo y su brillo, como se nota principalmente en las piritas auríferas de Siberia.

El vulgo va recojiendo piritas frecuentemente creyendo haber encontrado oro, que sin embargo se distingue de ellas fácilmente por su ductilidad y blandura.

La pirita de hierro se diferencia tambien con facilidad de la de cobre por el color amarillo mas oscuro de esta, mas ó menos variado ó irisado, y porque no da chispas con el eslabon.

El hierro sulfurado cúbico pertenece principalmente á los terrenos antiguos: algunas veces constituye por sí solo rocas subordinadas al gneis, á la mica ó al anfibol esquistoide; pero por lo comun se encuentra en capas, lechos ó filones. Se halla tambien engastado en la dorita, y en la dolomía de San Gotardo, en la arcila esquistosa que cubre las ullas, y aun en las mismas ullas. Los esquistos pizarrosos suelen contener con frecuencia cristales cúbicos de este sulfuro; y por último se encuentra en los filones metalíferos de todas clases, con especialidad con el hierro carbonatado y el cobre piritoso.

Fig. 82



Algunos dicen que la pirita cúbica, se halla en toda clase de terrenos, aun en los mas modernos: nosotros, sin negar que pueda suceder, creemos que en este caso se ha tomado con frecuencia la pirita blanca ó prismática por la amarilla.

Segunda especie. *Hierro bi-sulfurado prismático.*

(2) Dejamos dicho arriba que el cobalto sulfo-arseniado (CoAsS) presentaba absolutamente las mismas formas que el hierro bi-sulfurado (FeS^2). Las formas á que nos referimos son *el octa-icosaedro, el cubo icosaedro, el icosaedro, el cubo dodecaedro y el cubo triglifo.*

Esta denominacion corresponde á la *pirita blanca, hierro sulfurado blanco, pirita prismática, sperkies* de los alemanes.

Esta sustancia, analizada por Berzelius está formada de

			Relac. mol.
Azufre	53,35	267	2
Hierro. . . .	45,07	129	1
Manganeso . . .	0,70	1	
Sílice	0,80	»	

Está generalmente admitido que este sulfuro tiene la misma composicion que el anterior; pero es fácil observar que contiene un esceso sensible de azufre: y bien sea por esta circunstancia ó por la diferente disposicion de las moléculas propias del bi-sulfuro, lo cierto es que tiene propiedades muy diversas de aquel. Su color es mas blanco y su polvo negro verdoso, al paso que la pirita amarilla da un polvo verde negruzco. Su forma primitiva es un prisma recto romboidal, y los cristales tienen una tendencia decidida á agruparse al rededor de un centro comun, de modo que solo se dejan ver en la superficie los ángulos de la circunferencia, mientras que el interior toma una estructura radiada. Pero el carácter sobresaliente de esta sub-especie consiste en la facilidad con que se deshace al aire, absorviendo oxígeno y agua y convirtiéndose en *sulfato de hierro hidratado*: efecto tanto mas admirable cuanto que el hierro y el azufre no se hallan en la misma proporcion en el sulfuro que en el sulfato, y que la mitad del azufre debe quedar á descubierto. La rapidez de esta alteracion se nota principalmente en las masas radiadas: los cristales determinados resisten mejor á la accion del aire.

El hierro sulfurado blanco es de formacion mucho mas moderna que el amarillo: es el que se forma siempre por la descomposicion de las materias vegetales enterradas; el que impregna los lignitos y las turbas, y es causa de su destruccion rápida en las colecciones. Se le encuentra tambien afectando la figura de troncos de árboles, cortezas, raices y en ammonites, cuya sustancia ha ido reemplazando poco á poco. Es preferido en todas partes para la fabricacion del sulfato de hierro y del alumbre.

No nos ocuparemos aquí, contentandonos solo con hacer mencion de ellos, de los sulfuros dobles de hierro y de cobre, pues que ya los hemos estudiado bajo el nombre de cobre piritoso; ni tampoco del sulfuro doble de hierro y de antimonio, conocido con la denominacion de *haidingerita.*

Hierro arseniurado.

Hierro arsenical axótomo (Mohs). Este arseniuro confundido largo tiempo con el *mispikel ó hierro-sulfo arseniurado,* de que casi nunca está esento y cuyos caractéres presenta en su mayor parte; es brillante, de color blanco algo agrisado, muy duro, frágil, y pesa 7,228. Cristaliza en formas derivadas de un prisma recto romboidal de 122° 17′ y 57° 43′. Su composicion es muy variable, segun aparece de las siguientes análisis:

	1	Relac. mol.	2	Relac. mol.	3	Relac. mol.
Arsénico. . .	70,15	149	65,99	141	63,14	135
Hierro. . . .	27,76	79	28,06	80	30,24	86
Azufre . . .	1,30	6	1,94	10	1,63	8

1. *Hierro arseniurado de Fossum,* en Noruega, analizado por Scheerer.

Rebajando de los números moleculares del arsénico y del azufre lo necesario para transformar los 6 de azufre en sulfo-arseniuro de hierro, quedan los números 143 y 73, que son entre sí casi como 2 á 1, de manera que de esta análisis parece debe deducirse la existencia del bi-arseniuro de hierro $FeAs^2$.

2. *Hierro arseniurado de Reichensten*, analizado por M. Hoffmann. Haciendo la misma operacion que hemos dicho en el anterior, quedan 131 de arsénico y 70 de hierro, cuyos números guardan una proporcion de 13 á 7, esto es, algo menor que de 2 á 1.

3. Otra análisis de un mineral de la misma localidad que indica un arseniuro de la fórmula Fe^5As^8.

Se hallan tambien arseniuros de hierro mezclados con otros arseniuros metálicos como los de níquel, de cobalto y de plata.

1. *Hierro arseniurado niquelífero* de Schladming, en Stiria.

Arsénico.	60,41
Azufre.	5,20
Hierro.	13,49
Níquel.	13,37
Cobalto.	5,10

2. *Hierro arseniurado argentífero*, de Andreasberg, por Klaproth.

Arsenico.	35
Antimonio.	4
Hierro.	34,25
Plata.	12,75

Hierro sulfo-arseniurado.

Pirita arsenical ó mispickel. Es una sustancia que tiene brillo metálico y color blanco de estaño, muy dura, que raya el acero, y por consiguiente da chispas con el eslabon. Su fractura es granujienta y poco lustrosa: pesa 6,127. Espuesta á la llama de una bujia da humo espeso, arsenical: se funde al soplete, resultando un glóbulo negro: calentada en tubos cerrados da por sublimacion sulfuro de arsénico: disuelta en ácido nítrico produce un líquido pardusco que con el cianuro ferroso-potásico da precipitado azul intenso. He aquí tres análisis de ella:

	Stromeyer.	*Chevreul.*	*Thomson.*
Azufre.	21,08	20,13	19,60
Arsénico. . . .	42,88	43,42	45,74
Hierro.	36,04	34,94	33,98

La análisis de Thomsom corresponde con corta diferencia á $Fe^2As^2S^2$, que da

Azufre.	19,63
Arsénico.	46,01
Hierro.	34,36

De donde se puede deducir que la composicion del hierro sulfo-arseniurado debe ser FeS^2+FeAs^2.

La forma primitiva del hierro sulfo-arseniurado es un prisma recto romboidal de 111º 12′ y 68º 48′. Las formas secundarias varian poco; se observan octaedros cuneiformes y prismas con puntas diedras, siendo por lo comun los cristales pequeños y estriados. Se halla diseminado en las rocas primitivas y en los filones metálicos, principalmente en los de estaño.

Hierro oxidado.

Dos son los principales grados de oxidacion de que es susceptible el hierro: el protóxido ú *oxuro ferroso* (FeO), y el sesqui-oxido ú *oxuro férrico* ($FeO^{1,5}$ ó Fe^2O^3).

El primero se produce cuando se disuelve el hierro en el ácido sulfúrico ó clorídrico diluido, y resguardado del contacto del aire. Es blanco en estado de hidrato: pero por la accion del aire pasa con rapidez al verde, al negro y al rojo; cuya facil oxigenacion demuestra suficientemente que el protóxido no puede existir en la naturaleza. El sesqui-oxido de hierro es rojo.

Es bien sabido que estos dos óxidos pueden combinarse en muchas proporciones; pero la que mas comunmente se produce es un óxido negro conocido antiguamente con el nombre de *etiope marcial*, formado de $FeO+Fe^2O^3$, y que es un verdadero *ferrito de hierro*. Este óxido intermedio existe en la naturaleza y ha sido denominado por Haüy *hierro oxidulado*. El sesqui-óxido, que tambien se encuentra natural, es conocido con el nombre de *hierro oligisto*, esto es, *mas pobre en metal* y el de *hierro oxidado*.

Por último, este hierro oxidado se halla en estado de *hidrato*, de modo que tenemos tres especies de óxido de hierro que examinar, á saber: el *oxidulado*, el *oxidado ú oligisto* y el *hidratado ó hidroxidado*.

Hierro oxidulado.

Es un óxido de color gris negruzco con lustre metálico, quebradizo, y cede facilmente á la percusion; su polvo es negro. Es atraible por el iman, y muchas veces sirve él mismo de iman. Se funde con mucha dificultad al soplete; da al vidrio de borax color verde botella, al fuego de reduccion; pesa de 4,7 á 5,09.

La forma primitiva del hierro oxidulado es el octaedro regular y las que comunmente afecta son el *octaedro primitivo*, el *cuneiforme* y el *emarginado*, esto es, con todas las aristas reemplazadas por facetas, y por último el *dodecaedro romboidal* procedente de la modificacion anterior llevada al estremo (figs. 12, 17, 21 y 64, pág. 38, 41, 42 y 155). Se encuentra tambien el hierro oxidulado en masas laminares y compactas de color gris de acero, y á veces blanquecinas, si contienen cuarzo. Este hierro oxidulado cuando es compacto constituye el *iman natural* que tiene dos polos magnéticos y atrae el hierro del que sostiene al aire cierto peso. Para colgar de él este peso se corta el iman de modo que sus dos polos esten en los estremos opuestos y se le monta en una armadura de acero.

Tambien hay un *hierro oxidulado terreo*, de color negro pardo, dotado de un magnetismo polar muy enérgico; y otro *hierro oxidulado fuliginoso* en forma de polvo negruzco, parecido al hollin.

Criaderos. El hierro oxidulado forma depósitos muy considerables en los terrenos primitivos é intermedios, en donde se encuentra diseminado en cristales ó en nidos; pero con mas frecuencia en montones bastante voluminosos, y constituye algunas veces montañas enteras, como en Taberg (Suecia), ó bancos de gran potencia, repetidos muchas veces unos á mas altura que otros en una misma montaña, como en Suecia, Noruega, Hungria, Piamonte, Montes Ouralés, Montes Altaí y Estados-Unidos.