Como meter a Terra nun folio?

As proxeccións cartográficas e o problema de debuxar unha bóla nun papel



Un caderno para curiosas e curiosos
de 10 a 12 anos

Índice

1 A Terra é unha bóla... e o papel é plano **3**

1.1 Unha bóla... un pouco achatada 4

2 Que é unha proxección? **6**

2.1 Meridianos e paralelos: o enderezo de cada lugar 6

3 Catro cousas que queremos conservar... e non podemos **7**

3.1 Por que é imposible? O triángulo dos tres ángulos rectos 7

3.2 As moedas espías: como ver a deformación 8

4 Galería de proxeccións **8**

4.1 A proxección equirrectangular: a máis sinxela 8

4.2 A proxección de Mercator: a reina das aulas (e dos mariñeiros) 9

4.3 A proxección de Gall–Peters: os tamaños xustos 10

4.4 A proxección de Mollweide: un ovo co tamaño correcto 10

4.5 A proxección de Goode: a laranxa pelada 11

4.6 As proxeccións de compromiso: Robinson e Winkel 11

4.7 A proxección Equal Earth: unha recén nacida 12

4.8 A proxección azimutal equidistante: o mundo visto dende o polo 13

5 O gran engano: Groenlandia e África **14**

5.1 Movendo Groenlandia 14

5.2 Os tamaños de verdade 15

6 O camiño máis curto non é unha liña recta (no mapa) **16**

7 Resumo: non hai mapa perfecto **17**

8 Quen está no centro do mundo? **18**

8.1 O mapa que vemos aquí 18

8.2 O mapa que ven en China, Xapón ou Australia 19

8.3 E se poñemos América no medio? 19

8.4 E se o sur estivese arriba? 20

8.5 Os mapas antigos tampouco tiñan o norte arriba 21

8.6 O mundo visto dende Galicia 21

8.7 Mapas sen centro 22

9 Actividades **23**

10 Pequeno dicionario **24**

Antes de comezar

Neste caderno imos investigar un problema que leva máis de dous mil anos dándolle dores de cabeza a xeógrafas, matemáticos e mariñeiros: **como debuxar a Terra, que é unha bóla, nunha folla de papel, que é plana**.

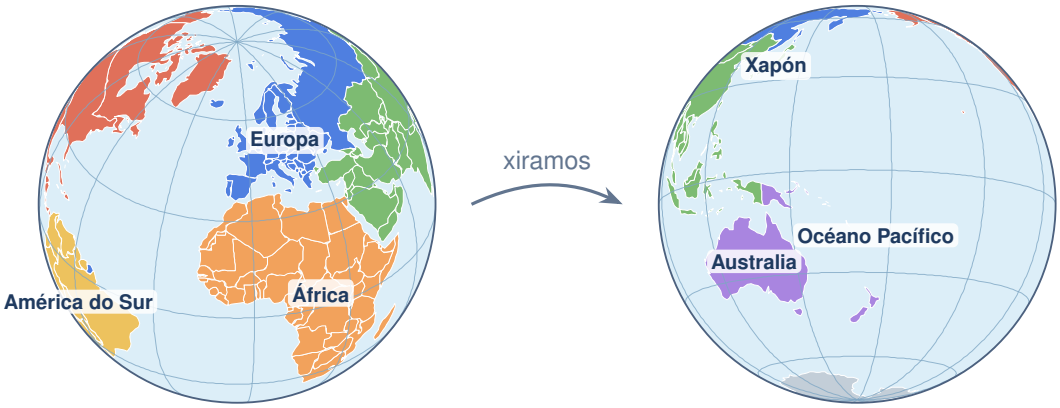
Descubrirás que hai moitas maneiras de facelo, que *todas* teñen trampa, e que o mapa que tes colgado na aula non é «o mapa verdadeiro do mundo», senón *un* mapa entre moitos posibles. Ao final, preguntarémonos tamén por que case sempre vemos Europa no medio... e como ven o mundo nenas e nenos doutros lugares.

Busca as caixas de cores: **Experimenta!** (para facer coas mans), **Sabías que...?** (curiosidades), **Pensa e responde** (preguntas) e **Para lembrar** (o máis importante).

1 A Terra é unha bóla... e o papel é plano

A Terra é (case) unha esfera; un pouco máis adiante veremos por que dicimos «case». Se a queremos representar sen enganar a ninguén, o mellor é un **globo terráqueo**: unha bóla co debuxo dos continentes e dos océanos. No globo, todo está no seu sitio e co seu tamaño: Groenlandia é pequena, África é enorme e as distancias están ben.

Pero os globos teñen problemas: non caben no peto, non se poden dobrar nin pegar no caderno, e, sobre todo, **nunca podemos ver máis da metade do mundo á vez**. Mira estes dous globos: no da esquerda ves Europa e África; no da dereita, o océano Pacífico. Para ver a outra metade tes que xiralo.



Por iso inventamos os **mapas**: debuxos planos do mundo enteiro (ou dun anaco) que podemos ver dunha soa ollada. O problema é que pasar dunha bóla a un plano *non se pode facer sen estragar algo*. O mellor é comprobalo.

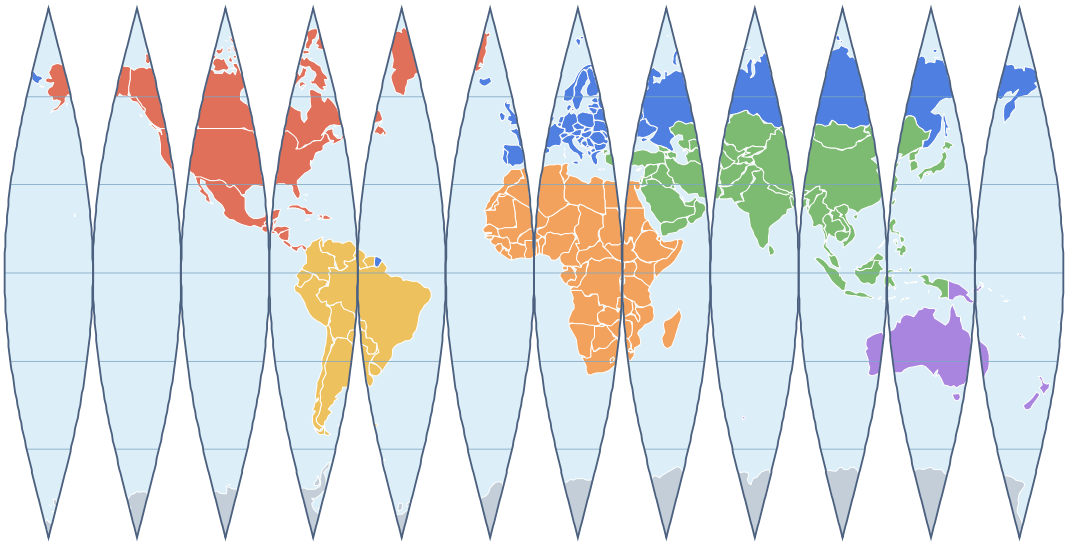
✍ Experimenta! A laranxa pelada

Colle unha laranxa e debuxa nela, cun rotulador, un «continente» calquera (un círculo, unha cara, unha estrela...). Despois pélaa con coidado, intentando que a casca saia nun ou en poucos anacos, e trata de deixar a casca **completamente plana** enriba da mesa.

- Conségues que quede plana sen rompela nin esmagala?
- Que lle pasou ao teu debuxo?

Verás que a casca rompe en gallos ou se racha polos bordos. **Ese é exactamente o problema dos cartógrafos!**

Se cortamos o globo en «gallos» de polo a polo, coma se fose unha laranxa, e os estendemos, obtemos algo así:

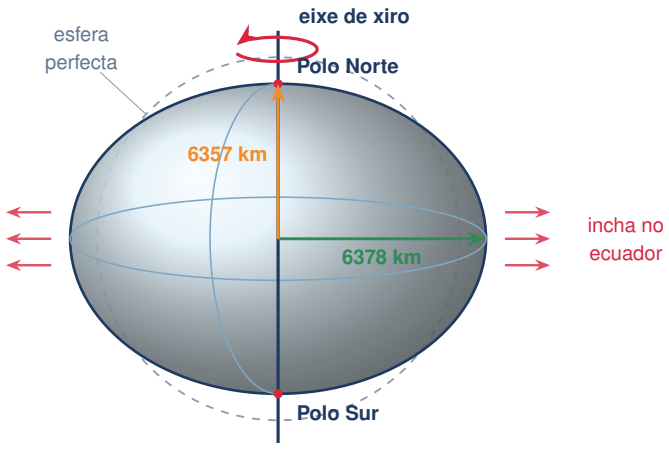


A Terra «pelada» en 12 gallos. Os continentes teñen o tamaño e a forma case correctos... pero quedan cortados en anacos!

Este mapa ten as formas e os tamaños bastante ben, pero é case imposible de usar: Asia está partida en cinco anacos e para ir de Galicia a Rusia hai que «saltar» ocos baleiros. Se queremos un mapa sen cortes, teremos que **estirar** a casca para encher os ocos. E aí empezan as trampas.

1.1 Unha bóla... un pouco achatada

Antes dixemos que a Terra é «case» unha esfera. Por que «case»? Porque en realidade está un pouquiño **achatada polos polos** e **inchada polo ecuador**, coma unha laranxa que alguén apertase suavemente por arriba e por abaixo. Os científicos chámanlle a esta forma **elipsoide de revolución** (ou esferoide achatado).



O achatamento está moi esaxerado no debuxo para que se vexa. A liña discontinua é unha esfera perfecta.

A diferenza é pequena: o raio no ecuador mide uns **6378 km** e o raio dende o centro ata o polo, uns **6357 km**. Son só 21 km de diferenza, menos do 0,4 %. Nun globo terráqueo de 30 cm de diámetro, o achatamento sería ... dun milímetro! Por iso non se nota a simple vista nin nas fotos dende o espazo.

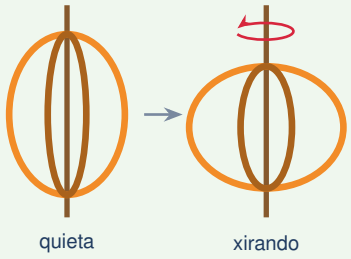
Por que está achatada? Porque xira!

A Terra dá unha volta completa sobre si mesma cada día. Un punto do ecuador percorre uns $40\,000$ km en 24 horas: vai a uns **1670 km/h**, máis rápido ca un avión! Pola contra, un punto preto do polo case non se move, só xira sobre si mesmo.

Cando algo xira moi rápido, as súas partes tenden a «fuxir» cara a fóra, afastándose do eixe de xiro. Iso nótalo ti nun tiovivo: canto máis rápido xira, máis te empuxa cara ao exterior. Ese efecto chámase **efecto centrífugo**. Na Terra, o efecto é máis forte no ecuador (onde se vai máis rápido e máis lonxe do eixe) e nulo nos polos. A Terra non é ríxida coma unha pedra: durante millóns de anos, a rocha quente do seu interior foise deformando moi amodo, e o planeta acabou «inchando» polo ecuador ata quedar en equilibrio entre a gravidade, que o quere facer redondo, e o xiro, que o quere estirar cara aos lados.

✍ Experimenta! A Terra de papel que xira

Recorta dúas tiras de cartolina de 2 cm de ancho e uns 40 cm de longo. Crúzaas formando dous aros, coma os meridianos dun globo, e pégaas entre si. Fai un burato arriba e abaixo e pasa un lapis (ou unha pallas) polo medio: será o eixe. Pega o aro só na parte de abaixo, e deixa a de arriba solta para que poida baixar polo lapis.
Agora fai xirar o lapis rapidamente entre as mans. Que lle pasa á túa «Terra»? Verás que **se achata polos polos e se ensancha polo ecuador**. Canto máis rápido xira, máis se achata!



★ Sabías que…? Newton e as expedicións

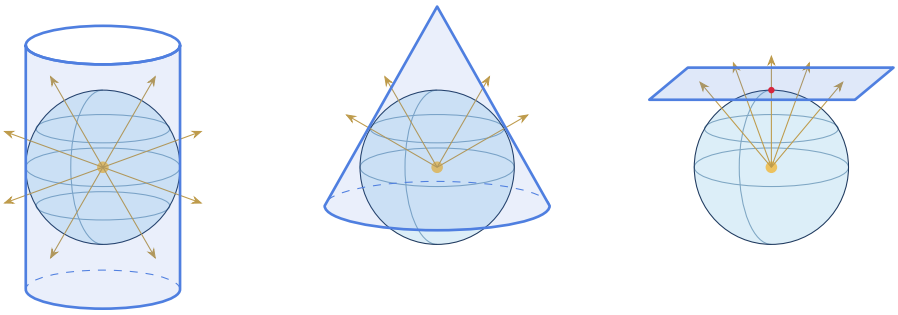
Foi **Isaac Newton** quen, en 1687, predixo que a Terra tiña que estar achatada polos polos por causa do seu xiro. Outros científicos pensaban xusto o contrario, que estaba estirada coma un ovo! Para saír de dúbidas, a Academia de Ciencias de Francia enviou nos anos 1730 dúas expedicións a medir a Terra: unha a Laponia, preto do Polo Norte, e outra ao actual Ecuador, en América do Sur. As medicións déronlle a razón a Newton.
E unha curiosidade: por causa deste inchazo, o punto da superficie máis afastado do centro da Terra **non é o cume do Everest**, senón o do volcán **Chimborazo**, en Ecuador, que está moi preto da liña do ecuador.

E isto que ten que ver cos mapas? Para un mapa do mundo enteiro coma os deste caderno, a diferenza é tan pequena que podemos imaxinar a Terra como unha esfera perfecta (e así o fixemos). Pero para os mapas moi precisos dun país ou dunha cidade, e para o **GPS** do móbil, os cartógrafos usan o elipsoide de verdade: se non o fixesen, as posicións poderían ter erros de varios quilómetros!

2 Que é unha proxección?

Unha **proxección cartográfica** é unha regra (unha receita matemática) que di a onde vai parar no papel cada punto da Terra.

Os cartógrafos imaxinan moitas veces o seguinte: poñemos unha lámpada dentro dun globo de cristal transparente cos continentes pintados. A sombra dos continentes «proxéctase» sobre un papel que envolve o globo. Segundo a forma que lle deamos ao papel, obtemos tres grandes familias de mapas:



O papel (en azul) pode ser un tubo (cilindro), un cucurucho (cono) ou unha folla plana que toca o globo nun punto.

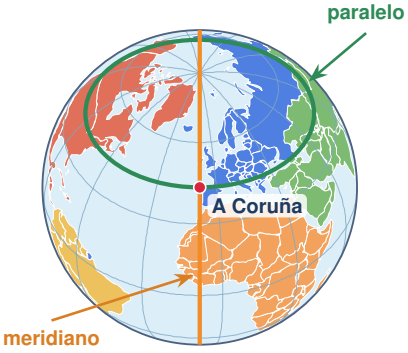
- **Cilíndricas**: enrolamos o papel arredor do globo coma un tubo. Ao desenrolalo, saen mapas rectangulares. Son as máis coñecidas.
- **Cónicas**: o papel ten forma de cucurucho de xeado. Son boas para países de latitudes medias, coma España.
- **Azimutais**: o papel é plano e toca o globo nun só punto (por exemplo, o Polo Norte). Saen mapas redondos.

Na realidade, os mapas modernos non se fan con lámpadas, senón con **fórmulas matemáticas**, e moitos (os de forma ovalada, por exemplo) non saen de ningunha destas tres «sombras». Pero a idea é a mesma: *unha regra que leva cada punto da bóla a un punto do papel*.

2.1 Meridianos e paralelos: o enderezo de cada lugar

Para saber onde está cada cousa, cubrimos a Terra cunha rede de liñas imaxinarias:

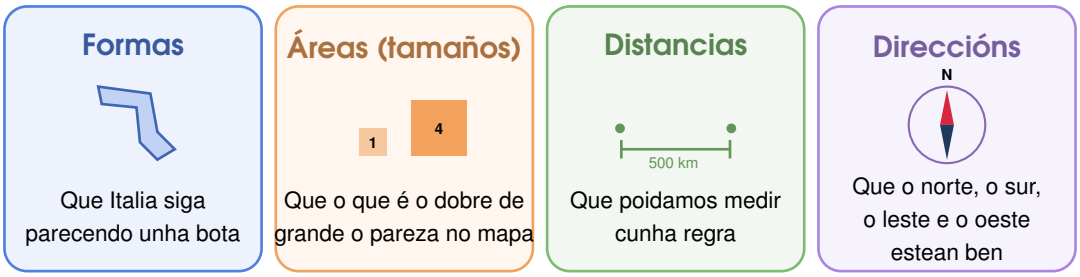
- Os **paralelos** son círculos horizontais, paralelos ao **ecuador**. Indican a **latitude**: canto estás ao norte ou ao sur (de $0°$ no ecuador a $90°$ nos polos).
- Os **meridianos** van dun polo ao outro. Indican a **lonxitude**: canto estás ao leste ou ao oeste do meridiano de Greenwich (en Londres).



A Coruña, por exemplo, está a uns $43°$ de latitude norte e $8°$ de lonxitude oeste. Ese é o seu «enderezo» no planeta.
Fíxate como cambia esta rede en cada mapa deste caderno: **a forma da reixa delata a proxección**.

3 Catro cousas que queremos conservar... e non podemos

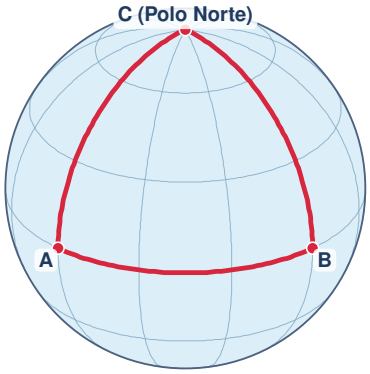
Cando pasamos da bóla ao papel, gustaríanos que o mapa respectase catro cousas:



Pois ben, aquí vén a mala noticia: **é imposible conseguir as catro á vez**. Ningún mapa plano do mundo enteiro pode ter as formas, as áreas, as distancias e as direccións correctas ao mesmo tempo. Cada mapa elixe que quere salvar e que sacrifica.

3.1 Por que é imposible? O triángulo dos tres ángulos rectos

No colexio aprendiches que os tres ángulos dun triángulo suman sempre $180°$. Pero iso só é verdade *nun plano*. Mira este triángulo debuxado sobre a Terra:



ecuador

1. Saímos do punto **A**, no ecuador, e camiñamos cara ao leste polo ecuador ata **B**.
2. En **B** xiramos $90°$ á esquerda e subimos recto cara ao norte, ata o **Polo Norte** (C).
3. No polo xiramos outros $90°$ e baixamos recto ata volver a **A**.

O triángulo ten **tres ángulos rectos**: $90° + 90° + 90° = 270°$!

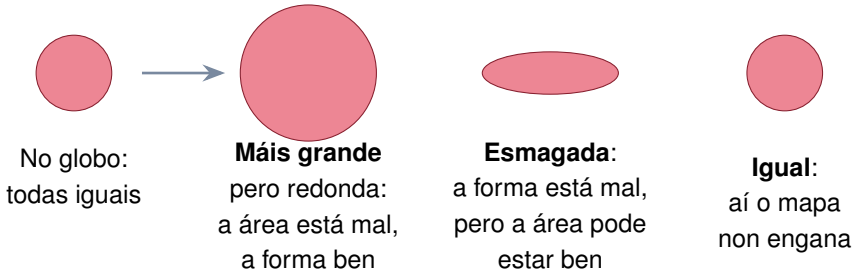
Nunha folla de papel iso non pode pasar nunca. Por iso, cando «aplanamos» a Terra, algo se ten que estirar ou encoller.

★ Sabías que...?

O gran matemático alemán **Carl Friedrich Gauss** demostrou en 1827 que unha esfera non se pode aplanar sen deformala. Chamoulle ao seu resultado *Theorema Egregium*, que en latín significa «teorema extraordinario». Tamén por iso non podes envolver un balón cun papel de agasallo sen que se fagan engurras!

3.2 As moedas espías: como ver a deformación

Imaxina que pegamos no globo moitas **moedas iguais**, todas co mesmo tamaño e perfectamente redondas. Despois facemos o mapa e miramos que lle pasou a cada moeda:



No globo: todas iguais

Máis grande pero redonda: a área está mal, a forma ben

Esmagada: a forma está mal, pero a área pode estar ben

Igual: aí o mapa non engana

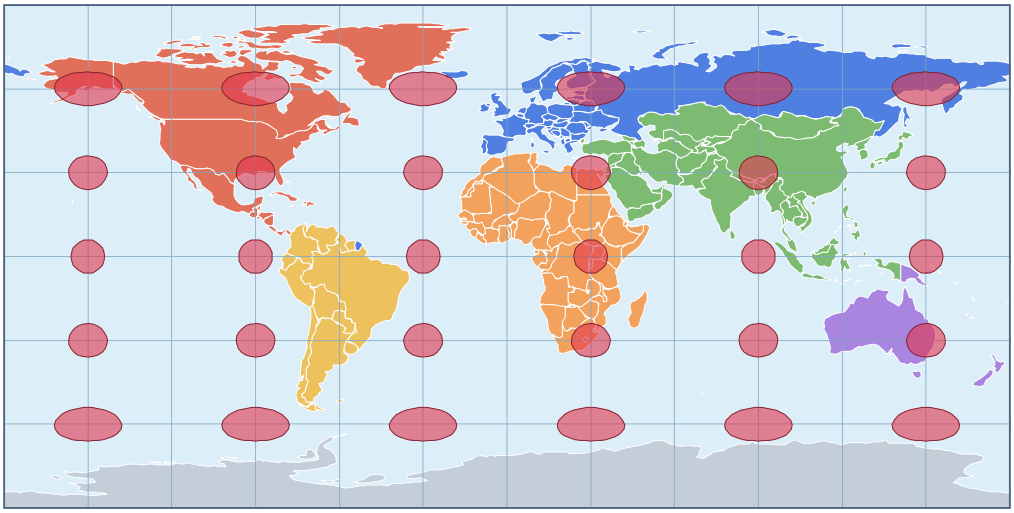
Estas «moedas espías» chámanse **indicatrices de Tissot**, en honra ao francés Nicolas Auguste Tissot, que as inventou no século XIX. En todos os mapas da seguinte sección verás estas moedas vermellas: pegámolas no globo cada $30°$ e todas eran exactamente iguais. Fíxate en como cambian!

4 Galería de proxeccións

Imos coñecer as proxeccións máis famosas. Todas debuxan o mesmo mundo cos mesmos datos; só cambia a «receita».

4.1 A proxección equirrectangular: a máis sinxela

A latitude e a lonxitude convértense directamente en cuadrículas iguais: cada cadradiño da reixa mide o mesmo. É moi fácil de debuxar e moi usada en ordenadores e videoxogos.



✓ Que respecta?

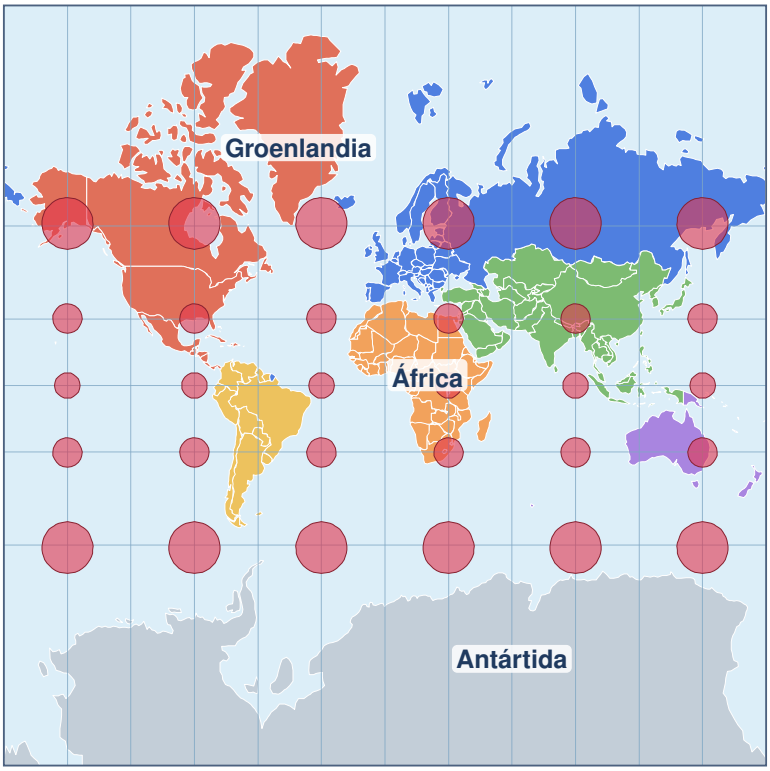
- As distancias nos meridianos (de norte a sur).
- É moi fácil de entender e de debuxar.

✗ Que estraga?

- Preto dos polos todo se estira de lado: as moedas convértense en ovos deitados.
- O Polo Norte, que é un punto, convértese nunha liña tan longa coma o ecuador!

4.2 A proxección de Mercator: a reina das aulas (e dos mariñeiros)

En 1569, o cartógrafo flamengo **Gerardus Mercator** deseñou un mapa para os navegantes. A súa idea: se o mapa estira as cousas de lado preto dos polos, *estirémolas tamén cara a arriba na mesma medida*. Así as formas pequenas quedan ben e as **direccións son correctas**: unha liña recta no mapa é un rumbo fixo do compás.



✓ Que respecta?

- As **formas** dos países pequenos (as moedas seguen redondas).
- As **direccións**: ideal para navegar con compás.
- Por iso tamén se usa nos mapas de móbil (para ver a túa rúa sen deformar).

✗ Que estraga?

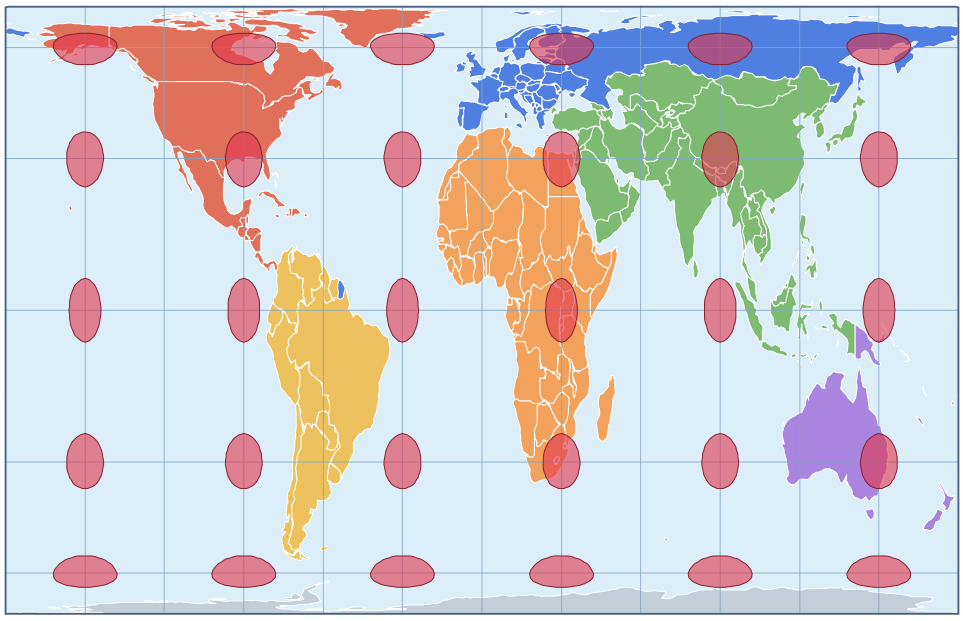
- As **áreas**, moitísimo! Canto máis lonxe do ecuador, máis grande: mira as moedas do norte e do sur.
- Groenlandia parece tan grande coma África e a Antártida parece un continente xigante.
- Os polos non se poden debuxar nunca: estarían no infinito!

★ Sabías que...?

Nun mapa de Mercator, un país situado a $60°$ de latitude (coma Noruega ou Alasca) aparece **catro veces** máis grande do que debería comparado cun do ecuador. E aínda así, durante séculos este foi o mapa do mundo máis usado nas escolas, aínda que fose pensado para barcos!

4.3 A proxección de Gall–Peters: os tamaños xustos

O escocés **James Gall** propúxoa en 1855, pero fíxoa famosa o alemán **Arno Peters** en 1973. Peters dicía que o mapa de Mercator facía parecer «pequenos» os países de África, América do Sur e o sur de Asia, e que iso era inxusto. O seu mapa ten **todas as áreas correctas**.



✓ Que respecta?

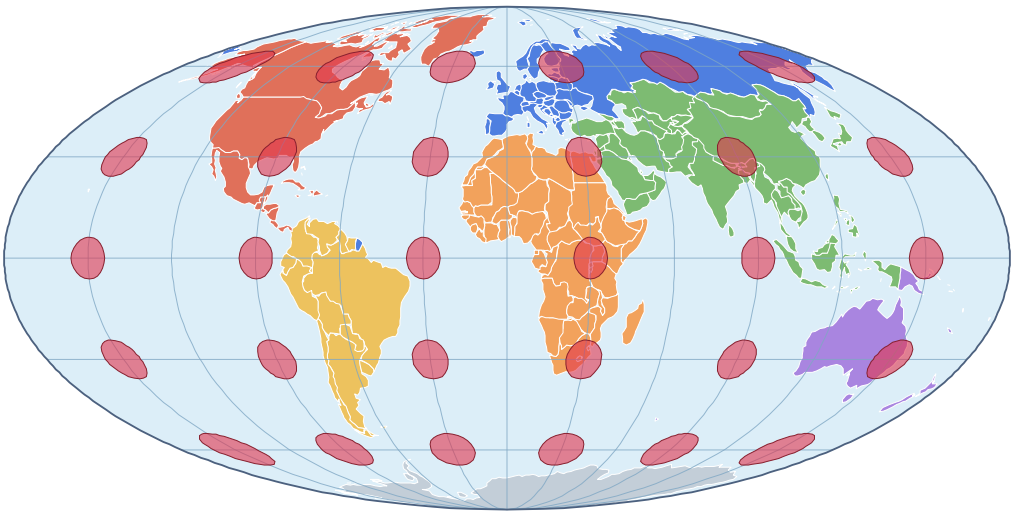
- As **áreas**: todas as moedas ocupan o mesmo espazo.
- Podes comparar tamaños de países sen enganarte.

✗ Que estraga?

- As **formas**: África e América do Sur parecen estiradas cara a abaixo, coma se fosen de chicle.
- Preto dos polos, os países quedan esmagados (moedas aplanadas).

4.4 A proxección de Mollweide: un ovo co tamaño correcto

Inventouna o alemán **Karl Mollweide** en 1805. O mundo cabe nunha elipse, coma un balón de rugby visto de lado. Tamén respecta as áreas, pero cunha forma máis parecida a un globo.



✓ Que respecta?

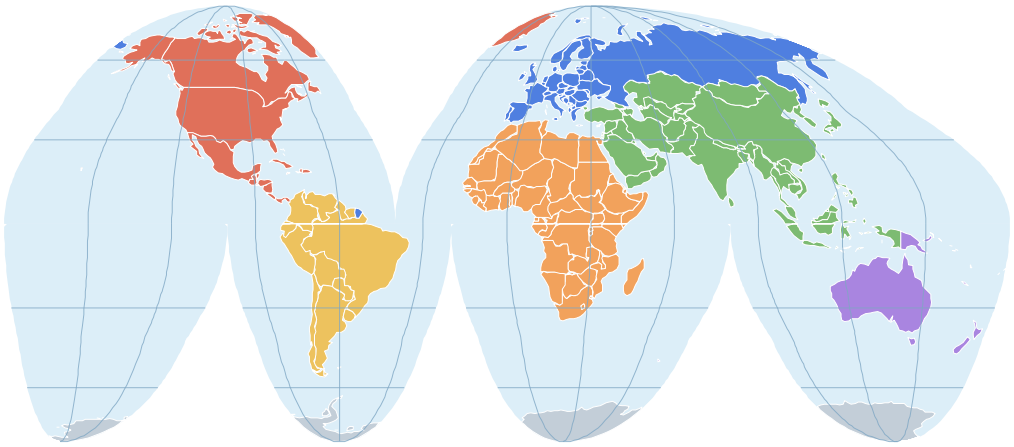
- As **áreas** (é unha proxección «equivalente»).
- Parece máis «redonda», coma a Terra.

✗ Que estraga?

- As formas preto dos bordos: Alasca, Australia ou Chile quedan torcidos e inclinados.
- Os meridianos son curvos: é máis difícil ler as coordenadas.

4.5 A proxección de Goode: a laranxa pelada

En 1923, o estadounidense **John Paul Goode** pensou: «e se en vez de estirar os ocos, *cortamos* o mapa polos océanos?». O resultado lembra a casca da laranxa do principio.



✓ Que respecta?

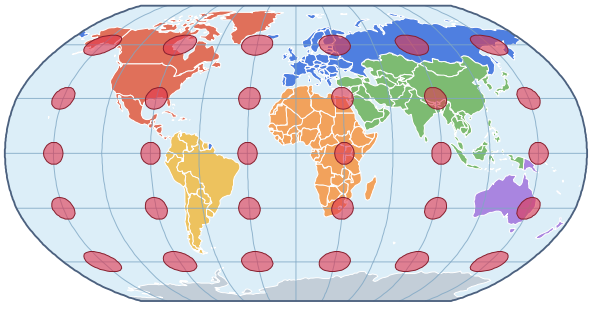
- As **áreas**, e as **formas** dos continentes bastante ben.
- Ideal para estudar terras (bosques, desertos, poboación).

✗ Que estraga?

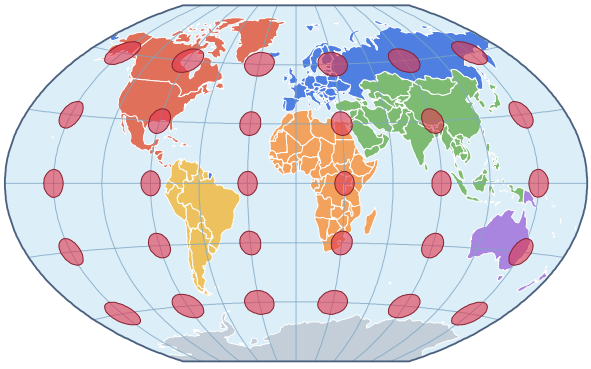
- Os **océanos** quedan rotos en anacos.
- Non serve para calcular rutas por mar nin distancias entre continentes.

4.6 As proxeccións de compromiso: Robinson e Winkel

Algúns cartógrafos decidiron non ser perfectos en nada, pero **non estragar moito ningunha cousa**. Son mapas «de compromiso»: as áreas e as formas están un pouco mal, pero só un pouco.



Robinson (1963)



Winkel tripel (1921)

A proxección de **Robinson** creouna o estadounidense Arthur H. Robinson en 1963 «a ollo»: probou e axustou ata que o mapa *parecía* bonito. A **National Geographic Society** usouna nos seus mapas do mundo entre 1988 e 1998, e despois cambiou á **Winkel tripel**, do alemán Oswald Winkel. «Tripel» significa «triplo», porque intenta reducir á vez tres tipos de erro: áreas, ángulos e distancias.

✓ Que respecta?

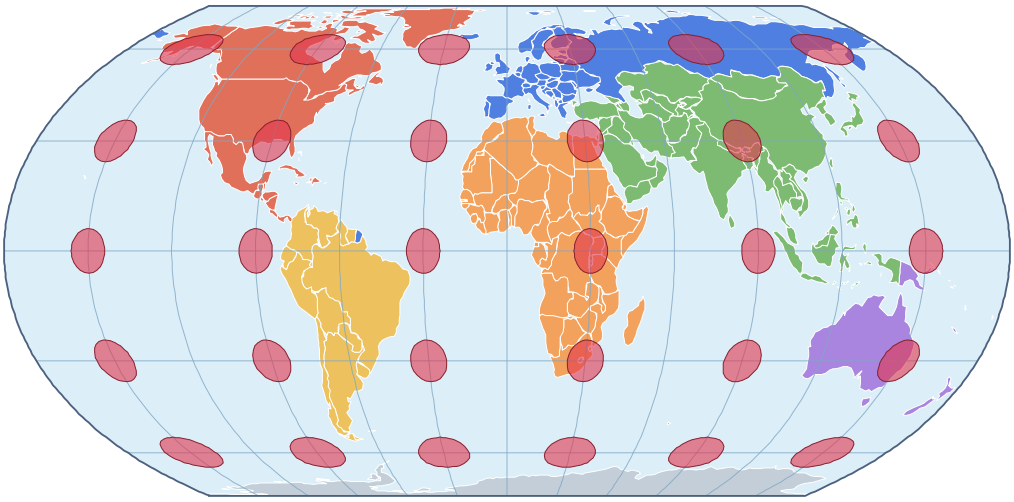
- Un pouco de todo: o mundo «parece» o mundo.
- Os polos non se estiran tanto coma en Mercator.

✗ Que estraga?

- Nada é exacto: nin as áreas, nin as formas, nin as distancias.
- Mira as moedas: preto dos polos, nin redondas nin do mesmo tamaño.

4.7 A proxección Equal Earth: unha recén nacida

En 2018, tres cartógrafos (**Bojan Šavrič**, **Tom Patterson** e **Bernhard Jenny**) presentaron a proxección *Equal Earth* («Terra igual»). Querían un mapa que respectase as **áreas**, coma o de Peters, pero que fose **bonito** e coas formas menos deformadas, coma o de Robinson. Hoxe úsana organismos coma a NASA.



✓ Que respecta?

- As **áreas**, exactas.
- As formas, bastante ben no centro.

✗ Que estraga?

- As formas preto dos bordos e dos polos (mira Alasca e a Antártida).
- As distancias e as direccións.

4.8 A proxección azimutal equidistante: o mundo visto dende o polo

Agora o papel é plano e toca a Terra no **Polo Norte**. O resultado é un mapa redondo: o Polo Norte no centro, o ecuador nun círculo no medio e o Polo Sur... estirado arredor de todo o bordo! A súa gran vantaxe: **as distancias dende o centro son correctas**.



✓ Que respecta?

- As **distancias e direccións dende o centro** (o polo).
- Mostra ben que o Ártico é un océano rodeado de terras.

✗ Que estraga?

- Todo o que está lonxe do centro: Australia e América do Sur quedan retorcidas.
- A Antártida convértese nunha franxa arredor do mapa.

★ Sabías que...?

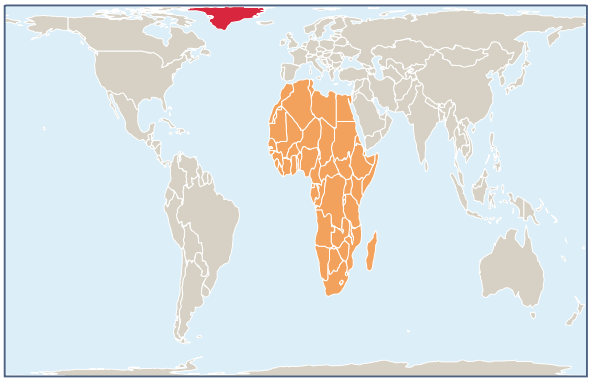
Este é o mapa que aparece no **emblema da Organización das Nacións Unidas (ONU)**, rodeado de ramas de oliveira. Elixiuse porque, mirando dende o Polo Norte, ningún país está «no centro» nin «na esquina»: todos están arredor do polo.

5 O gran engano: Groenlandia e África

Este é o exemplo máis famoso das trampas de Mercator. Mira os dous mapas seguintes: Groenlandia está pintada en vermello e África en laranxa.



Mercator



Gall–Peters

No mapa de Mercator **parecen case do mesmo tamaño**. No de Gall–Peters, que respecta as áreas, vese a verdade: **África é unhas 14 veces máis grande ca Groenlandia**. Dentro de África caberían Groenlandia catorce veces!

5.1 Movendo Groenlandia

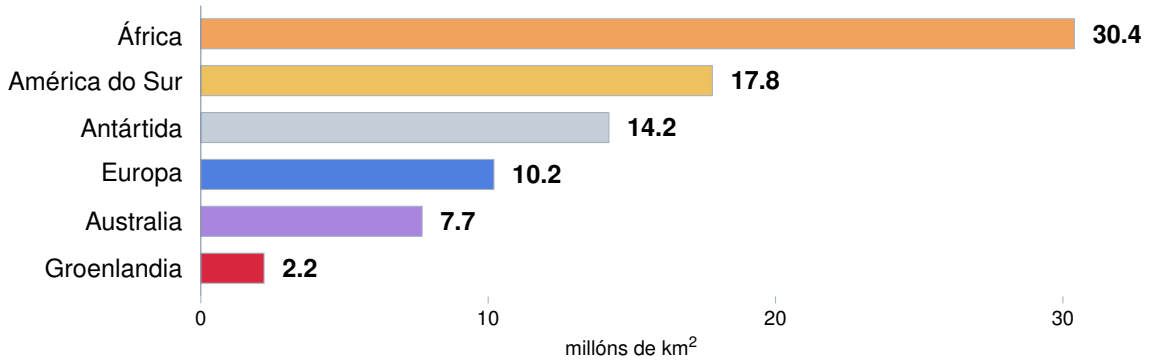
Agora fagamos unha trampa ao revés: collemos a Groenlandia de verdade no globo e *levámola ata o ecuador*, sen cambiarlle nin o tamaño nin a forma. Despois debuxamos o mapa de Mercator. A Groenlandia de arriba é a de sempre; a vermella pequena, enriba de África, é *a mesma illa* trasladada:



Canto máis preto do polo está un país, máis o «incha» o mapa de Mercator. Por iso Groenlandia, Canadá, Rusia ou a Antártida parecen moito máis grandes do que son.

5.2 Os tamaños de verdade

Esta gráfica mostra as áreas reais (en millóns de quilómetros cadrados) dalgúns continentes e de Groenlandia:



☞ Pensa e responde

1. Busca no mapa de Mercator Groenlandia e América do Sur. Cal parece máis grande? Cal o é de verdade?
2. Galicia ten uns $29\,575$ km^2. Calcula, aproximadamente, cantas Galicias caben en Groenlandia (2,2 millóns de km^2).
3. Por que cres que Rusia parece tan enorme nos mapas da aula?

6 O camiño máis curto non é unha liña recta (no mapa)

Durante o século XX, moitos galegos e galegas emigraron a Cuba en barco dende o porto da Coruña. Se debuxas o camiño nun mapa de Mercator, parece que o máis curto é ir en liña recta. Pero non!



rumbo fixo (recta en Mercator) camiño máis curto (círculo máximo)

A liña vermella discontinua é un **rumbo fixo**: seguir sempre a mesma dirección do compás. É fácil de navegar, e por iso os mariñeiros adoraban o mapa de Mercator. Pero a liña verde, que no mapa parece unha curva estraña, é **o camiño máis curto de verdade** sobre a bóla. Chámase **círculo máximo**, e é o que seguen hoxe os avións.

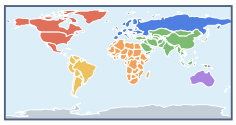
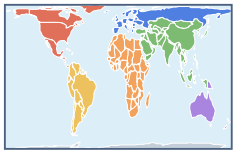
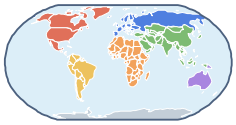
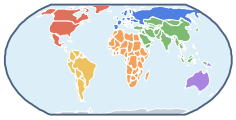
Fíxate na ruta a **Toquio**: o camiño máis curto sobe cara ao norte, pasando por riba de Escandinavia e Siberia! No mapa centrado no Polo Norte entendémolo mellor:



✍ Experimenta! O fío no globo

Se tes un globo terráqueo na aula, colle un fío e estírao ben entre A Coruña e Toquio. O fío tenso sempre segue o camiño máis curto. Por onde pasa? Despois busca as dúas cidades nun mapa de Mercator e une os puntos cunha regra. Coinciden?

7 Resumo: non hai mapa perfecto

Mapa	Proxección	Formas	Áreas	Distancias	Direccións
	Equirrectangular	✗	✗	≈	✗
	Mercator	✓	✗	✗	✓
	Gall–Peters	✗	✓	✗	✗
	Mollweide	✗	✓	✗	✗
	Goode	≈	✓	✗	✗
	Robinson	≈	≈	≈	✗
	Equal Earth	≈	✓	✗	✗
	Azimutal equidistante	✗	✗	✓*	✓*

✓ respecta ≈ máis ou menos ✗ non respecta *só dende o centro do mapa

Para lembrar

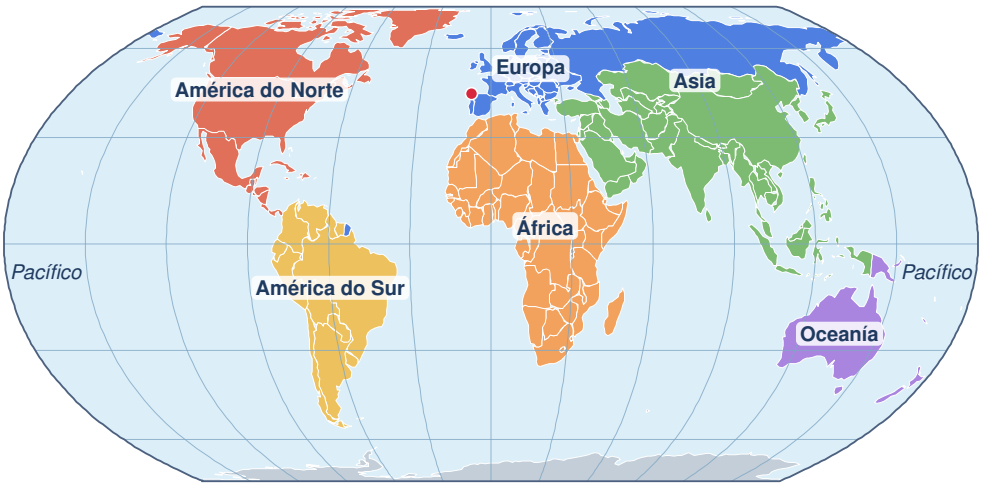
- A Terra é unha bóla e **non se pode aplanar sen deformala**. Demostrouno Gauss en 1827.
- Ningún mapa do mundo pode respectar á vez formas, áreas, distancias e direccións.
- Cada proxección **elixe** que salvar: Mercator salva as direccións e as formas pequenas; Peters, Mollweide ou Equal Earth salvan as áreas; a azimutal equidistante, as distancias dende un punto.
- Non hai un mapa «verdadeiro»: hai **mapas mellores ou peores para cada uso**. Para navegar, Mercator; para comparar países, un mapa de áreas iguais; para ver a ruta dun avión, un globo.

8 Quen está no centro do mundo?

Ata agora falamos de como se deforman os continentes. Pero hai outra decisión que toma quen fai un mapa e da que case nunca nos damos conta: **que poñemos no medio** e **que poñemos arriba**. A Terra é unha bóla: non ten centro na superficie, nin arriba, nin abaixo, nin esquinas. Calquera punto pode ser o centro.

8.1 O mapa que vemos aquí

Nas aulas de Galicia, de España e de case toda Europa, o mapa do mundo adoita ser así: Europa no medio e arriba, América á esquerda, Asia á dereita e o océano Pacífico... partido en dous anacos, un en cada bordo.



Por que Europa está no medio? Non hai ningunha razón xeográfica. Os primeiros mapas do mundo enteiro que se difundiron por todo o planeta fixéronse en Europa, durante a época dos grandes descubrimentos e dos imperios europeos. E en 1884, nunha reunión internacional en Washington, acordouse que a lonxitude $0°$ (o **meridiano de Greenwich**) pasase por Londres. Dende entón, poñer ese meridiano no medio parece «o normal».

★ Sabías que…? As palabras tamén teñen centro

Chamámoslle **Oriente Próximo** a Siria ou Israel e **Extremo Oriente** a China ou Xapón. Pero «próximo» e «extremo»… dende onde? Dende Europa, claro! Para unha nena de Pequín, o «extremo» do mundo sería… Galicia. E falamos do «descubrimento» de América, aínda que alí xa vivían millóns de persoas que a coñecían moi ben.

8.2 O mapa que ven en China, Xapón ou Australia

Agora mira o mesmo mundo, coa mesma proxección e os mesmos datos, pero centrado no **océano Pacífico**. Así son os mapas do mundo que se usan habitualmente nas escolas de China, Xapón, Corea, Australia ou Nova Zelandia:



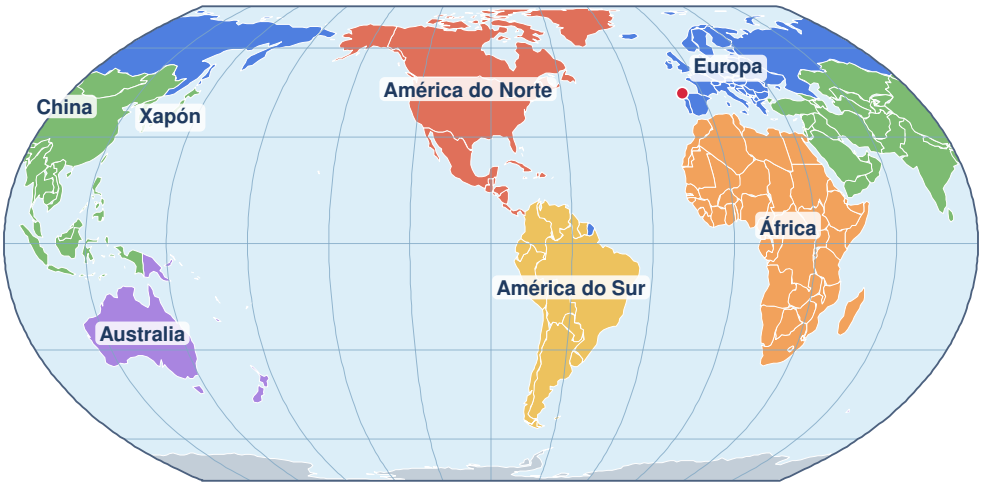
Que pasou? **Europa está agora no extremo esquerdo**, pequena e arrimada ao bordo. Galicia está case na esquina! China e Xapón quedan no centro, e América á dereita. Agora o océano partido en dous é o **Atlántico**, o noso. E iso que o mapa é igual de «verdadeiro» ca o anterior.

★ Sabías que…?

En chinés, o nome de China é ***Zhōngguó***, que significa algo así como «o país do medio». Moitos pobos da historia pensaron que estaban no centro do mundo: os antigos gregos poñían o centro en Delfos, e moitos mapas medievais europeos, en Xerusalén.

8.3 E se poñemos América no medio?

Moitos mapas de Estados Unidos ou de Canadá poñen América no centro. Pero entón o corte do mapa ten que pasar por algún sitio… e neste caso parte Asia en dous: a India e China quedan a un lado, e Xapón ao outro!

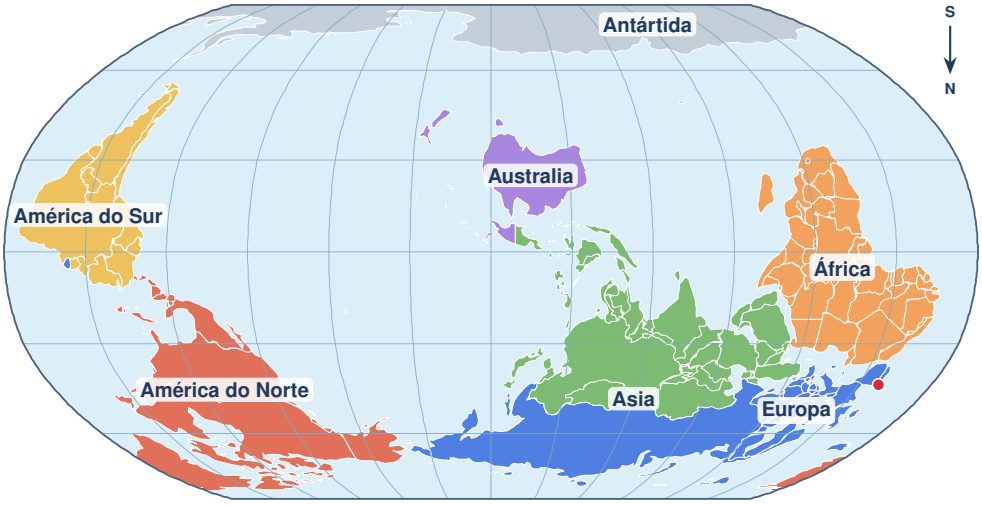


Para lembrar

Calquera mapa plano do mundo ten que **cortar** a Terra por algún sitio. Quen fai o mapa decide por onde. Normalmente, a xente pon o corte o máis lonxe posible da súa casa… e a súa casa no medio.

8.4 E se o sur estivese arriba?

Que o norte estea arriba tampouco é obrigatorio: no espazo non hai «arriba». En 1979, o australiano **Stuart McArthur** publicou o seu *Mapa corrector universal do mundo*, co sur arriba e Australia no centro. Cando era un rapaz de intercambio en Xapón, os seus compañeiros burlábanse del porque viña «do fondo do mundo». Este mapa foi a súa resposta.



Parece un mundo descoñecido, non si? Pero son exactamente os mesmos países. Só lle demos a volta ao papel.

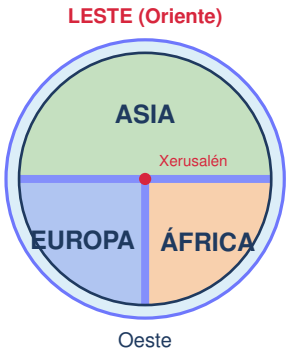
★ Sabías que...? Unha pintura co sur arriba

En 1943, o pintor uruguaio **Joaquín Torres García** debuxou o mapa de América do Sur do revés, co sur arriba, e escribiu que «o noso norte é o sur». Coa súa obra *América invertida* quería dicir que os artistas de Sudamérica non tiñan por que mirar sempre cara a Europa ou cara aos Estados Unidos para saber que facer: tiñan o seu propio punto de vista.



América do Sur co sur arriba

8.5 Os mapas antigos tampouco tiñan o norte arriba



Esquema dun mapa medieval «T en O»

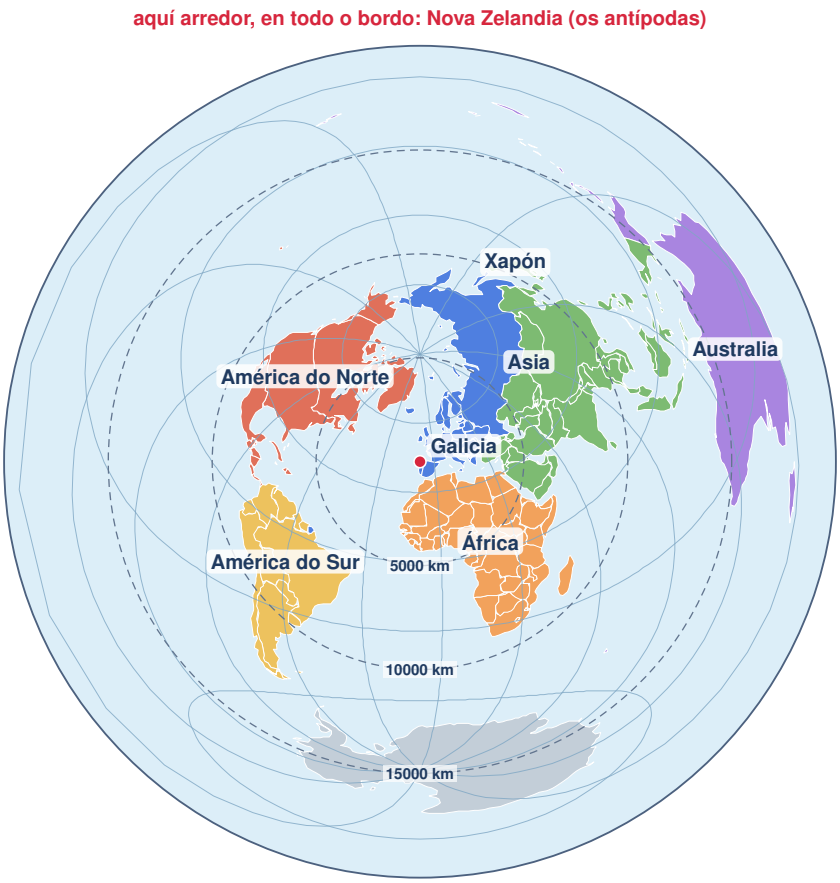
Na Idade Media, moitos mapas europeos tiñan forma de «T dentro dunha O»: o mundo era un círculo rodeado polo océano, con tres continentes separados por ríos e mares en forma de T. **Arriba non estaba o norte, senón o leste**, o Oriente, onde sae o sol, e no centro situaban Xerusalén.

Por iso dicimos **orientarse**: orixinalmente significaba «buscar o oriente». E o xeógrafo árabe **al-Idrisi**, que en 1154 fixo un dos mellores mapas do mundo da súa época para o rei de Sicilia, puxo **o sur arriba**.

Poñer o norte arriba fíxose costume moito despois, sobre todo grazas ao uso do compás, que sinala ao norte.

8.6 O mundo visto dende Galicia

Cunha proxección azimutal equidistante podemos poñer *calquera* lugar no centro. Este é o mundo visto dende Galicia: as distancias **dende Galicia** a calquera punto do planeta están ben medidas, e as direccións tamén (o que está arriba está ao norte de Galicia; o que está á dereita, ao leste).



O bordo do círculo é un só punto da Terra: o lugar **máis afastado de Galicia**, a uns 20 000 km. Chámase **antípoda**. A antípoda de Galicia está na illa Sur de Nova Zelandia, moi preto da cidade de Christchurch. Se fixeses un burato recto pasando polo centro da Terra, sairías alí!



8.7 Mapas sen centro

Algunhas persoas intentaron facer mapas onde *ningún* lugar sexa máis importante ca outro:

- O arquitecto estadounidense **Buckminster Fuller** inventou en 1943 o mapa *Dymaxion*: dobrou o mundo nun poliedro de vinte caras triangulares e despregouno. Os continentes quedan case sen cortes, formando unha especie de illa única no medio do océano, e non hai arriba nin abaixo.
- En 1999, o arquitecto xaponés **Hajime Narukawa** creou o mapa *AuthaGraph*, que divide a Terra en 96 triángulos, os pasa a un tetraedro e o desprega nun rectángulo. Respecta moi ben as proporcións, e en 2016 gañou o gran premio de deseño de Xapón (*Good Design Award*).
- E o globo terráqueo, por suposto: o único «mapa» sen centro, sen bordos e sen trampas.

☞ Pensa e responde sobre o centro do mundo

1. No mapa centrado no Pacífico, en que esquina está Galicia? Cres que unha nena de Xapón pensa en Galicia como «o centro do mundo»?
2. Se tiveses que debuxar un mapa do mundo para a túa aula, que poñerías no centro? Por que?
3. É «incorrecto» o mapa co sur arriba? Por que nos parece tan raro?
4. Fai unha lista de palabras que usamos e que din onde está «o centro» (por exemplo: *Extremo Oriente*). Dende onde están pensadas?

9 Actividades

✍ Experimenta! 1. A miña propia proxección

Infla un globo de goma (sen inflalo moito) e debuxa nel, cun rotulador permanente, unha cuadrícula de meridianos e paralelos e unha cara sorrinte. Despois desínflao e córtao con coidado de polo a polo para estendelo na mesa. Que lle pasou á cara? Que lle pasou aos cadrados da cuadrícula?

✍ Experimenta! 2. A Groenlandia de papel

Calca Groenlandia e o Congo (República Democrática do Congo) dun mapa de Mercator e recórtaos. Despois busca as súas áreas reais en internet (Groenlandia: uns 2,2 millóns de km^2; o Congo: uns 2,3 millóns de km^2). Son case iguais! Pero como se ven no mapa?

✍ Experimenta! 3. Mapa co meu centro

Debuxa nunha folla un mapa do mundo moi sinxelo (só manchas para os continentes), pero pon no centro o lugar que ti queiras: a casa dunha amiga que vive lonxe, o país dos teus avós, un lugar que che gustaría visitar... Lembra: tes que cortar o mundo polo lado oposto!

✍ Experimenta! 4. Detectives de proxeccións

Busca mapas do mundo na túa casa, no colexio, nos libros, na televisión ou no móbil. Para cada un, intenta descubrir:

- Que hai no centro? Que hai arriba?
- Os meridianos son rectos ou curvos? Os paralelos están á mesma distancia?
- Groenlandia parece máis grande ou máis pequena ca África?
- Que proxección pode ser? (Usa a táboa do resumo.)

10 Pequeno dicionario

Antípoda
O punto da Terra exactamente oposto a outro, ao outro lado do planeta.

Área
O tamaño dunha superficie. Mídese en quilómetros cadrados (km^2).

Círculo máximo
Un círculo sobre a esfera co mesmo centro ca ela, coma o ecuador. O camiño máis curto entre dous puntos da Terra vai sempre por un círculo máximo.

Ecuador
O paralelo de latitude $0°$, que divide a Terra en hemisferio norte e hemisferio sur.

Efecto centrífugo
Tendencia dos obxectos que xiran a afastarse do eixe de xiro.

Elipsoide
Forma dunha esfera achatada. A Terra é case un elipsoide, un pouco máis estreito de polo a polo ca no ecuador.

Globo terráqueo
Esfera que representa a Terra sen deformacións.

Indicatriz de Tissot
Círculo pequeno debuxado no globo que serve para ver, no mapa, como se deforma cada zona.

Latitude
Distancia en graos dun lugar ao ecuador, cara ao norte ou cara ao sur.

Lonxitude
Distancia en graos dun lugar ao meridiano de Greenwich, cara ao leste ou cara ao oeste.

Meridiano
Liña imaxinaria que vai dun polo ao outro.

Paralelo
Círculo imaxinario paralelo ao ecuador.

Proxección cartográfica
Regra matemática que leva cada punto da Terra a un punto do mapa.

Proxección equivalente
A que respecta as áreas (Gall–Peters, Mollweide, Equal Earth...).

Proxección conforme
A que respecta os ángulos e as formas pequenas (Mercator).

Rumbo
Dirección que se segue indicada polo compás.

Para o profesorado. Todos os mapas do caderno están debuxados en Ti*k*Z a partir dos datos de costas e fronteiras de *Natural Earth* (escala 1:110 millóns, dominio público), proxectados con fórmulas exactas: Mercator, Gall–Peters, Mollweide, Goode homolosina, Robinson (táboa orixinal), Winkel tripel, Equal Earth, azimutal equidistante e ortográfica. As «moedas» son círculos xeodésicos de 6° de raio situados cada 30° de latitude e 60° de lonxitude (indicatrices de Tissot).