



**Climántica**

Clima  
Home  
Cambio

Proxecto de Educación Ambiental CAMBIO CLIMÁTICO

Unidade Didáctica **2**

# SE QUEIMAMOS QUENTAMOS

Capítulo 3. Os vectores enerxéticos do Século XX: a extensión das  
combustións

ISBN 978-84-453-4801-7



### 3. OS VECTORES ENERXÉTICOS DO SÉCULO XX: A EXTENSIÓN DAS COMBUSTIÓNS

Responde co que sabes agora:

- Por que a dínamo hidráulica puido supoñer unha solución ao actual cambio climático?
- Que nos proporcionou a electricidade para que aumentase tanto o consumo enerxético?
- Se a dínamo hidráulica permitiu a produción de enerxía sen emisións, como se explica que a electricidade se asocie co cambio climático?
- Que achegou o motor de combustión interna para a expansión das combustións?
- Que solucións podemos adoptar para diminuír o cambio climático desde a mobilidade e o consumo eléctrico?



Faraday



Fourneyron

#### A dínamo hidráulica: de cero emisións a máis combustións

Na primeira metade do século XIX déronse dous avances científico-técnicos que posibilitaron a aparición da dínamo hidráulica. O primeiro avance que a fixo posible foi o traballo sobre correntes electromagnéticas realizado por Faraday en 1831. Este traballo levouno a descubrir que un condutor que corta as liñas de forza dun imán crea unha diferenza de potencial. Pouco despois recibiu unha carta anónima suxeríndolle que o seu descubrimento podería ser aplicado para construír grandes máquinas. O paso cara á dínamo hidráulica conseguiuase sumando esta descuberta ao perfeccionamento da turbina de auga feita por Fourneyron en 1832, quen construíu unha turbina de 50 CV.



A aparición da dínamo hidráulica asociouse con outras invencións relacionadas coa electricidade como a pila eléctrica, o acumulador, o motor eléctrico, a lámpada eléctrica. A aplicación destes inventos aos procedementos industriais fíxose entre 1875 e 1900 mediante a central hidráulica. Isto tivo efectos para as fábricas, para as cidades e para o medio natural no seu conxunto.





Central de Palacios do Tambre I

- Cales cres que son as consecuencias ambientais deste descubrimento?
- Tenta poñerte no lugar dun cidadán ao que lle chegou por primeira vez a electricidade á casa e redacta as túas impresións nese momento.
- Entrevista a unha persoa maior que se acorde de cando chegou por primeira vez a electricidade á súa casa.

Nesta aplicación da electricidade aos procesos industriais houbo pioneiros como o profesor Jacobi, quen en 1938 en San Petersburgo conseguiu facer navegar un barco sobre o Neva a unha velocidade de 4 millas hora impulsado por un motor electromagnético. Outro pioneiro, Page, en 1849 conseguiu unha velocidade de 19 millas nun ferrocarril movido por unha máquina electromagnética no percorrido de Baltimore a Washington.

Pero para a supresión do vapor e a substitución deste pola electricidade foron necesarios o perfeccionamento práctico da dínamo por Werner Siemens (1886) e o alternador de Nicola Tesla (1887). Pouco despois desenvolvéronse a central eléctrica e o sistema de distribución inventados por Edison (1882).

- En que medida esta etapa puido ser unha oportunidade para evitar a actual situación de cambio climático?

Esta aplicación da electricidade provocou cambios revolucionarios: estes afectaron á situación e á concentración das industrias e á organización detallada da fábrica, así como a multitude de servizos e institucións interrelacionadas. Ata a aparición da electricidade, a industria dependía por completo da mina de carbón como fonte de enerxía. As industrias pesadas víronse obrigadas a instalarse próximas á mina mesma, ou a medios baratos de transporte como o ferrocarril.

A electricidade permitiu que zonas montañosas inaccesibles, como as dos Alpes, as Montañas Rochosas ou o interior de África se convertesen por primeira vez en potenciais fontes de enerxía e en posibles lugares para a industria moderna: a captación da enerxía da auga, grazas á eficiencia suprema da turbina hidráulica, que rende o 90%, abriu novos recursos e novas zonas de colonización; zonas máis irregulares en canto á topografía e con frecuencia máis sas en canto ao clima que os fondos dos vales e as terras baixas que se poboaron co desenvolvemento do ferrocarril a vapor.





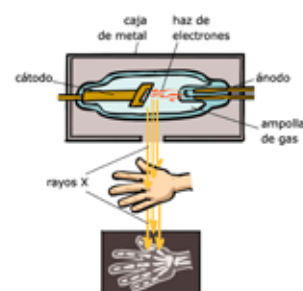
Coa aparición do ferrocarril abríronse novas zonas de colonización

- Explica por que o ferrocarril condicionaba a colonización de zonas baixas mentres que a electricidade permite pasar a colonizar diversas áreas xeográficas.

O poder dispoñer da forza hidráulica para producir enerxía cambiou finalmente a distribución da industria do século XX e diminuíu o potencial que acadaron Europa e EEUU no réxime do carbón e o petróleo ao longo do século XIX e a principios do XX, pois Asia e América do Sur están case tan ben dotadas de enerxía hidráulica como as rexións industriais, e África ten tres veces máis que Europa ou América do Norte. Non obstante, este potencial hidráulico vese cada vez máis limitado, sobre todo no contexto do cambio climático.

A electricidade é moito máis doada de transmitir sen grandes perdas de enerxía e custos elevados. Os fíos de alta tensión de correntes alternas posibilitaron percorrer montañas por onde non podería pasar ningún vehículo, e unha vez feita a instalación, a deterioración e, polo tanto, o mantemento son baixos.

Ademais, a electricidade é facilmente convertible en varias formas: o motor para realizar traballo mecánico; a lámpada eléctrica, para iluminar; o radiador eléctrico, para queentar; o tubo de raios X e a luz ultravioleta para penetrar nos tecidos e explorar o interior do organismo.





- Toma nota das diferentes conversións da enerxía eléctrica que se fan no teu centro educativo e na túa casa.
- Fai unha redacción co título “A importancia de electricidade na miña vida”.

Aínda que as dínamos pequenas son menos eficientes que as grandes, as diferenzas de rendemento entre ambas son moito menores que entre a máquina de vapor pequena e a máquina de vapor grande. Isto permite aproveitar saltos pequenos con moita eficacia, permitindo así que proliferen pequenas industrias na beira dos ríos. Ademais, a turbina hidráulica ten a vantaxe de ser automática: unha vez instalada, os custos de produción son case nulos. As grandes centrais tamén teñen como vantaxe en relación ás pequenas que non toda a enerxía é absorbida pola zona local. Así, mediante un sistema de estacións enlazadas, a enerxía sobranete pode transmitirse a grandes distancias, e no caso dunha avaría nunha das centrais, o subministro podería continuar dando paso á corrente das instalacións asociadas.

- A xente que vive ao lado dunha central hidráulica comproba cómo a turbina funciona só en determinados momentos, aínda que o encoro estea cheo; a que se debe isto?
- Os días de moito vento diminúe a actividade das turbinas hidráulicas; como se explica este feito?

Esta vantaxe da dínamo eléctrica fronte á máquina de vapor favoreceu a diminución da dependencia que había no século XIX dos centros produtores xigantes, nos que se montaba o maior número de unidades posibles sobre unha mesma árbore de transmisión usando correas de transmisión para aumentar as eficiencias. Isto daba lugar a que os centros aumentasen de tamaño e se aglomerasen, sen intentar adaptar a dimensión á eficacia. A introdución do motor eléctrico incrementou a eficacia do motor, suprimindo as correas que diminuían a luz e a devandita eficacia e permitindo o traballo en unidades independentes. Cada unidade podía traballar segundo a súa propia velocidade e arrancar e parar segundo os seus propios requirimentos, sen perdas de enerxía para o funcionamento da fábrica no seu conxunto, incrementando o rendemento aproximadamente nun 50%.

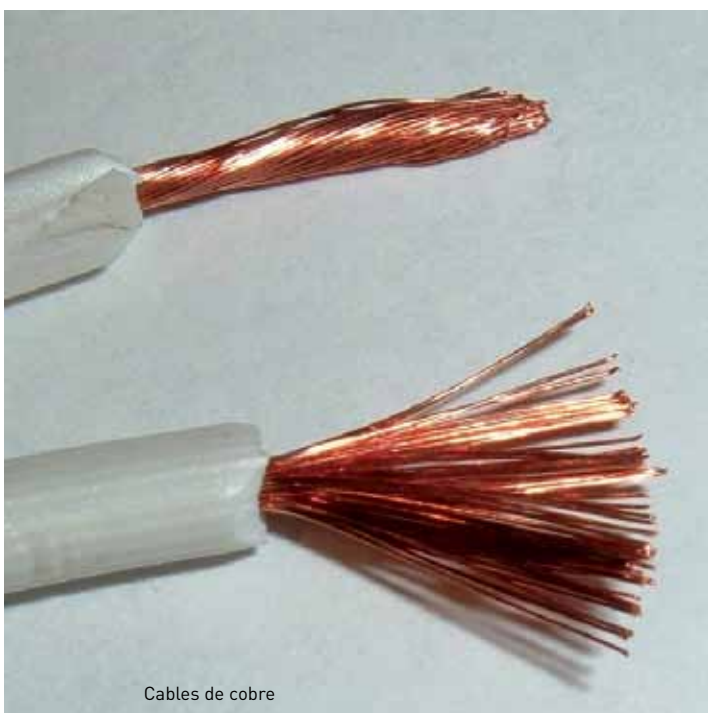


A máquina de vapor supuso unha revolución na súa época

Grazas a estas posibilidades do uso da electricidade, pequenas unidades de produción puideron organizarse en grandes unidades de administración, dándolle así un impulso á industria a pequena escala e podendo esta, por primeira vez desde a introdución da máquina de vapor, competir en condicións de igualdade con unidades maiores. Isto permite que a instalación non teña que estar funcionando continuamente, nin que tampouco sexa necesario ter unha cantidade inxente de produción para un mercado afastado, podendo así responder sen máis á demanda e á oferta local á vez que diminúen os gastos xerais de persoal permanente.

- Por que as fábricas que funcionaban coa máquina de vapor tiñan que ser necesariamente moi grandes?
- Explica a razón de que as industrias con máquinas de vapor teñan que estar funcionando constantemente.
- Que vantaxes ambientais puido ter a aplicación da enerxía eléctrica hidráulica? E tería inconvenientes ambientais? Xustifica a resposta.

A electricidade precisou materiais de alto grao de condutibilidade: cobre e aluminio. Tendo en conta a sección, o cobre conduce dúas veces mellor que o aluminio, pero o aluminio é máis lixeiro. Pero para a extracción de aluminio a partir da bauxita téñense que empregar grandes cantidades de electricidade, chegando a ter que consumirse entre 10 e 12 quilowatt-hora de enerxía por cada medio quilo de metal producido.



- Investiga en que lugar de Galicia se situou unha factoría de aluminio.
- Cal e a central eléctrica máis próxima a esa factoría? Como se obtén enerxía nela?







A produción de electricidade en España durante a primeira metade do século XX facíase case exclusivamente con enerxía hidráulica. Cando se construíron todos os grandes embalses houbo que recorrer a outras fontes de enerxía para facer rotar a turbina. O vapor de auga cumpre este papel, pero para formarse temos que recorrer a combustibles fósiles ou á enerxía nuclear.



Durante a segunda metade do século XX a electricidade aumentou significativamente por mor das vantaxes de acceso a calquera punto, da posibilidade de individualizar e coordinar unidades de produción e de interrompela cando non é necesario. Esta dispoñibilidade inmediata de enerxía en calquera lugar e na potencia que se necesita fixo que se abusase da electricidade ata extremos que poden rozar co hedonismo enerxético, o que facilmente pode levar a concluír que o problema enerxético ten máis de abuso no consumo que de carencia na produción.

Aínda que a industrialización de Galicia está por debaixo da de moitas comunidades autónomas, podemos comprobar o que significou esta sobreexplotación das concas hidrográficas e como unha vez completas todas as posibilidades de grandes encoros se desenvolveron centrais térmicas na segunda metade do século XX: dúas de carbón, Meirama e As Pontes de García Rodríguez, e unha de fuel, Sabón.

A central térmica das Pontes de García Rodríguez é a maior unidade xeradora do sistema eléctrico español, cunha potencia instalada de aproximadamente 1400 MW, o que demostra a aposta que se fixo na segunda metade do século XX por centrais térmicas capaces de produciren moita potencia eléctrica. Esta central consumía lignito pardo dunha mina adxacente, rico en xofre. A súa eficacia é dun 35% e produce anualmente 9100 GWh de electricidade.

| CENTRAL TÉRMICA DE PONTES DE GARCÍA RODRÍGUEZ |              |                  |
|-----------------------------------------------|--------------|------------------|
| Potencia instalada                            | Eficacia (%) | Producción anual |
| 1400MW                                        | 35           | 9100 GWh         |

- Se a enerxía interna que consumimos os humanos é aproximadamente de 16.500 kJ/persoa ao día e realizamos traballo cunha importante actividade física equivalente a 1.800 kJ:
  - A) cantas persoas se teñen que alimentar para consumir tanto como a central?
  - B) cantas persoas teñen que traballar para facer o mesmo traballo que a central?
- Nos anos 80 Inglaterra protestou porque detectaba efectos de choiva ácida debido á circulación atmosférica dos gases emitidos por esta central. A partir dese momento a central empezou a combinar o uso de lignito da mina con lignito de importación, cal sería a razón?
- Na actualidade, a central deixou de usar lignito autóctono, de tal xeito que hoxe en día a antiga mina se está a encher de auga. Que cambios legislativos da década dos 90 puideron favorecer esta decisión?
- Tendo en conta as emisións de CO<sub>2</sub> vinculadas á combustión de 1 g de C, de acordo coa seguinte estequiometría, calcula as emisións anuais da central:







Esta central é un exemplo moi significativo para ver cómo o paso da dínamo hidráulica á vinculada a turbinas de vapor das centrais térmicas supuxo un aumento das emisións de gases invernadoiro, cunha importante contribución aos niveis que nos preocupan na actualidade.

- Explica cal foi a oportunidade que puido supoñer o descubrimento da dínamo eléctrica para evitar o problema actual do cambio climático.
- Explica a contribución da electricidade ao cambio climático.
- Por que, se na primeira metade do século XX chegaba a enerxía hidráulica libre de emisións, na segunda metade se impuxo a enerxía eléctrica das térmicas.
- Investiga sobre a cantidade de centrais térmicas que se abren en China e sobre cal é o número de habitantes do país.
- Se China non tivo revolución industrial, cal será o seu potencial de reservas de combustibles fósiles? Por que preocupa tanto a súa situación enerxética? Fai unha valoración desta preocupación desde o punto de vista ético.

### Outros vectores que elevaron as emisións: os derivados do petróleo e o motor de combustión

A importancia do descubrimento da electricidade, que acabaría incrementando de forma considerable as emisións na segunda metade do século XX, permitiu a descentralización e mellora da eficiencia na produción, e melloras considerables na máquina de vapor e no motor de combustión interna.

O petróleo, que era coñecido e utilizado polos antigos, e empregado polos menciñeiros das tribos indias de América como medicina, foi extraído de pozos perforados por primeira vez en 1859. Isto posibilitou que na segunda metade do século XIX se experimentase co motor a gas utilizando os produtos da destilación máis lixeiros, ata que foi perfeccionado por Otto en 1876.



Co perfeccionamento do motor de combustión interna abriuse unha nova fonte de enerxía, que moi pronto igualou en importancia ás antigas vetas carboníferas, aínda que, como se demostraría co paso do tempo, estaba destinado a consumirse a un ritmo maior, debido a que estes derivados do petróleo son vectores enerxéticos moi fáciles de transportar e moi eficaces para o transporte de vehículos. A gasolina era máis transportable que o diesel. Ademais, o petróleo permitía o transporte a través de tubaxes permanentes e deixaba un residuo mínimo na súa combustión fronte ao que ocorría co carbón, sendo tamén moito máis doado de almacenar.

O motor de vapor e o de combustión competiron ao longo da segunda metade do século XIX, ata que Diesel logrou construír motores de explosión de aceite pesado que permitiron obter potencias de ata 15.000 cabalos. Motores deste tipo eran máis eficientes, polo que o peso destinado á mobilidade era o combustible mesmo (vector), en vez de levar, como a máquina de vapor, a carga adicional de auga.

- Investiga sobre a invención do motor de combustión interna.
- Explica cal é a diferenza entre un motor de combustión interna e unha máquina de vapor.
- Explica por que os coches de pequeno tamaño pronto alcanzaron en velocidade aos grandes trens.



Ademais con esta enerxía o movemento xa deixou de estar encadeado ás liñas de ferrocarril e, en consecuencia, un vehículo non só pode chegar a viaxar tan rápido como un tren, sendo unha unidade moito menor, debido á súa maior eficiencia, senón que pode ir por calquera sitio, sempre e cando teña estradas. As primeiras eran compartidas cos carros de cabalos. Despois de 1910 empezaron a pavimentarse con formigón. As primeiras estradas cortaban polo centro as cidades, a pesar da conxestión, da fricción e do ruído.





- Cales son os problemas do tráfico na primeira metade do século XX? Compáraos cos actuais.
- Como influíron estes costumes nos problemas de tráfico actuais e que se fai para solucionalo?

O automóbil entrou no mercado con un ritmo moi acelerado, impulsado polos homes de negocios e polos industriais. Esta expansión requería de transporte rápido e seguro. O coche esixía para o transporte de longa distancia unha estrada sen cidades, con estacións na entrada e na saídas, esixía tamén cidades sen estradas, na que ningunha comunidade se vira cortada por arterias principais. En definitiva un automóbil é tan ineficiente sen as obras axeitadas como o sería unha central eléctrica se os fíos condutores foran de ferro en vez de ser de cobre.

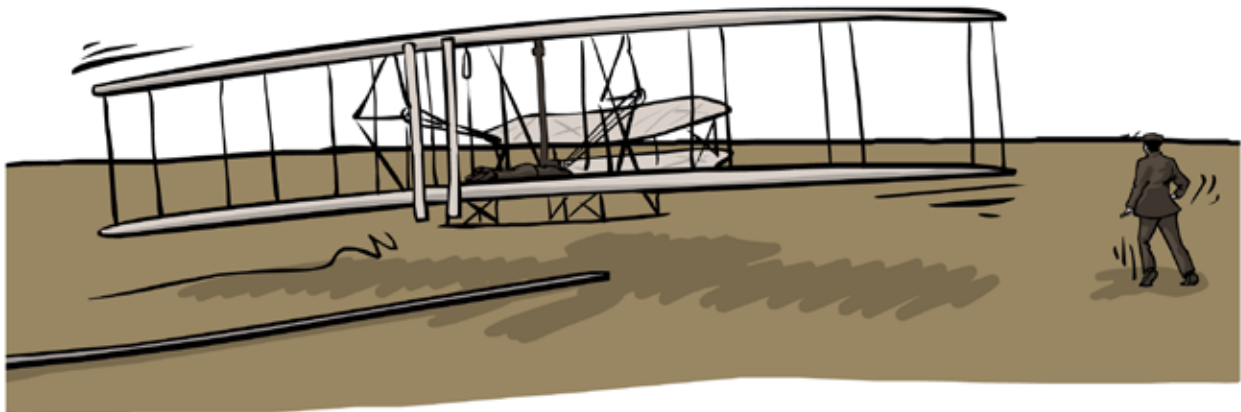
Os coches pasaron a ser baratos coa aparición da industria de Henry Ford que nos facilitou a súa produción en serie. Co paso do tempo este incremento levou a grandes perdas debidas a atascos, en especial nas grandes cidades, o que supuxo un incremento das emisións.



Estas emisións por transporte víronse favorecidas pola tendencia a vivir en zonas de altura, onde se pode producir economicamente a electricidade e onde non podería chegar o ferrocarril. Non obstante, a poboación non buscou eses novos espazos capaces de ser habitados aproveitando os vectores de século XX: electricidade e petróleo.

En 1903, os irmáns norteamericanos Wright inventaron o aeroplano, que dotaron tamén dun motor de combustión interna. A súa difusión fixo aumentar notablemente a demanda de gasolina.





No inicio do século XX apareceu o aeroplano, que ao igual que o coche non empezou a facerse notar a grande escala ate 1910. A expansión desta forma de desprazamento veuse favorecida pola expansión dos centros anormalmente desenvolvidos con vastos e distantes terreos de aterraxe.



- Que aspectos desta sociedade de inicios do século XX están a influír nos problemas actuais do cambio climático?
- Que alternativas propoñes á mobilidade baseada en motores de combustión interna?

Destes aeroplanos pasouse a avións de hélices ata chegar aos actuais reactores, que consomen gran cantidade de combustible. O desenvolvemento da tecnoloxía aeroespacial permitiu fabricar avións capaces de superar a velocidade do son, coma o Concorde e os cazas militares, ademais de naves espaciais e os modernos transbordadores, todos eles con consumos inxentes de enerxía.



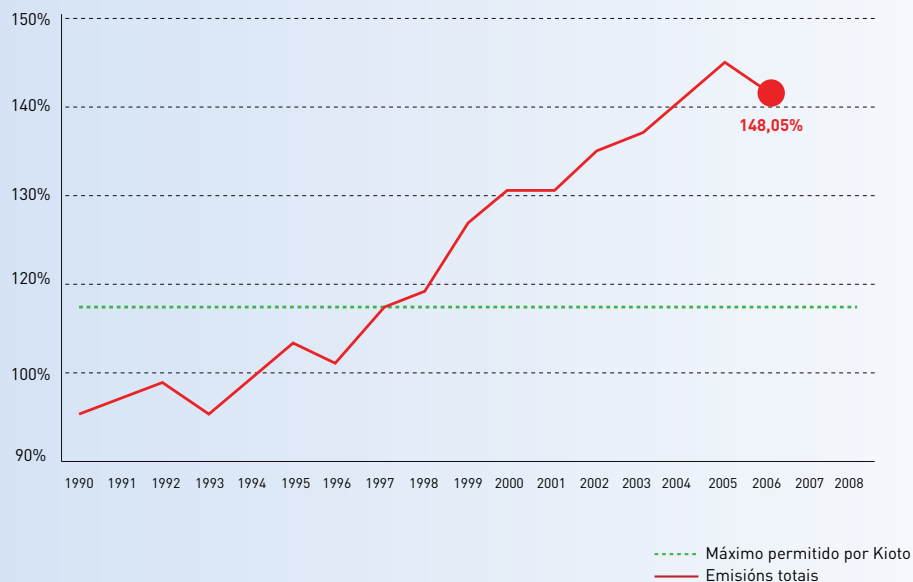


- Con que tipo de combustible voan os actuais avións?
- Investiga canto combustible leva un avión para unha viaxe transoceánica.
- O 11 de setembro de 2001 interrompeuse o tráfico aéreo en EEUU e observouse que a temperatura aumentou de forma excepcional; a que cres que se debeu ese fenómeno?  
Que nos indica en relación á importancia ambiental do tráfico aéreo?

Esta extensión das combustións por focos móbiles e difusos e, polo tanto, difíciles de controlar, así como as emisións das centrais térmicas para producir a enerxía eléctrica portable, xunto coas combustións propias de industrias como as fábricas de cemento, supuxeron un aumento significativo de CO<sub>2</sub> na atmosfera, susceptible de producir un incremento da temperatura.

Para frear os efectos sobre os ecosistemas e a saúde, en 1997 a ONU estableceu o Protocolo de Kioto, que tamén asinou España. Aínda así, as emisións no Estado aumentaron un 53% desde 1990. O Protocolo demostrou moita máis capacidade de control sobre as emisións fixas das térmicas e das industrias; o aumento destas foi tan só dun 0,5% cada ano, mentres que as do transporte, que representa o 40% do consumo enerxético, son 10 veces máis altas, superando o seu aumento o 15% ao ano.

**EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADROIRO (GEI) EN ESPAÑA (1990 - 2006)**



A mobilidade depende nunha porcentaxe superior ao 65% do petróleo, responsable de aproximadamente un 25% das emisións. Isto supón unhas 7 200 000 toneladas de CO<sub>2</sub>, das cales os coches e camiións son os responsables en máis dun 94%. Cada litro de gasolina consumido produce 2,5 kg de CO<sub>2</sub> e daquela calcúlase que un coche medio durante a súa vida útil produce 15 000 kg de CO<sub>2</sub>. Este consumo é variable dependendo da velocidade media, pois, se en vez de ir a 120 km/h, vai a 100 km/h, consome un 50% menos.

- Compara as emisións dun coche que consome 7 litros de gasolina cada 100 km e que vai de Vigo á Coruña a 100 km/h con outro do mesmo modelo e consumo que vai a 120 km/h.
- A enerxía eléctrica obtida de fontes renovables supera o consumo da rede pública de transportes eléctricos de España (tren, metro, tranvías). Que ensinanzas podemos sacar destes datos para frear o cambio climático?



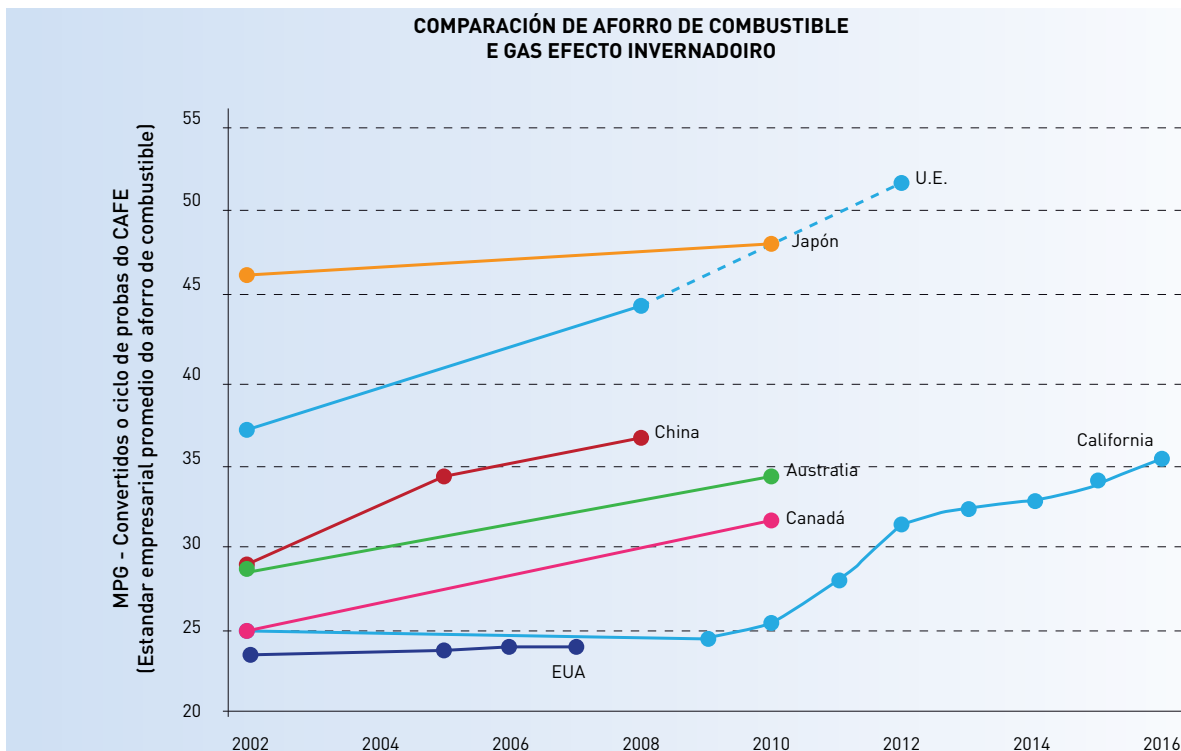




O abuso do transporte de vehículos particulares ponse de manifesto no parque móbil en todo o mundo, que ten uns 50 millóns de vehículos. Ademais, o seu crecemento está a ser espectacular, xa que aparece un coche novo cada segundo, o que fai prever un parque móbil no ano 2020 de aproximadamente 800 millóns de vehículos. Con este ritmo de crecemento do consumo, calcúlase que o petróleo se esgotará no prazo duns 50 anos.

Este dato está dando lugar a que se diten regulamentos para controlar esta situación. Así, en Xapón, a lei indica que os coches teñen que facer máis de 19 km por litro. Outros países, como Canadá ou Australia, estanse dirixindo cara a un estándar máis esixente de 13 km por litro.

A vista dos datos de aforro de enerxía que se mostran na gráfica, resulta paradoxal que EEUU, tan preocupado polo aumento de emisións de China, teña unha normativa moito menos esixente neste tema. De feito, os chinos elevaron os seus estándares de control ambiental ata o punto de que os coches americanos non se poden vender no seu mercado por non cumpriren coa súa normativa ambiental.



- Á vista da gráfica, ordena os países polos seus estándares de emisións.
- Cal é o país con menos estándares?
- Cal é a situación da Unión Europea?
- EEUU e California tiveron unha evolución moi semellante; a que se deberán as previsións futuras de California representadas na gráfica?

As grandes cidades do centro e norte de Europa teñen hábitos de mobilidade máis acordes co cambio climático. En Amsterdam son moi populares os aparcadoiros de bicicletas de tamaño equivalente aos dos coches de aquí. Estes cidadáns desprázanse a pé normalmente e, se as distancias son longas, usan a bicicleta e os tranvías.



- Por que Amsterdam ten tan ben xestionada a mobilidade e, aínda así, é un dos países de Europa máis ameazados polo cambio climático?
- Propón medidas para mellorar o consumo de enerxía procedente dos combustibles fósiles.

O gas natural é o último vector explotado no século XX. En moitos sentidos considérase o combustible fósil ideal, e utilízase para producir electricidade en centrais con turbinas de gas que son compactas, moi eficientes e que poden construírse cerca de núcleos de poboación, aproveitando a distribución de gas cidade para producir electricidade e calor.

O seu principal compoñente é o metano, o máis simple dos hidrocarburos, cun só átomo de carbono, polo que para a mesma cantidade de enerxía que o carbón e o petróleo, a combustión de metano produce só a metade de  $\text{CO}_2$ , polo que nos últimos lustros se veu impulsado o seu uso polo Protocolo de Kioto. Pero o gas natural ten riscos como ocorre no caso das fugas, axundando a incrementar o problema. Se as fugas supoñen o 4%, o efecto invernadoiro é máis de 3 veces superior que o de queimar carbón. Este risco é maior, se se ten en conta que nas zonas por onde pasan os condutos de gas é doado que se produzan ataque e fugas. Ademais, crese que as reservas de gas a este nivel de uso non darán para moito máis de 20 anos.

- Por que o gas natural é un recurso fósil interesante para obter enerxía nestes inicios do século XXI?
- Que conflito tivo lugar no inverno correspondente ao curso 2008-2009 en relación ao gas natural?
- Busca conflitos bélicos asociados ao paso de condutos de gas natural e explica as posibles relacións con este recurso e riscos ambientais derivados do transporte de metano.
- Responde co estudado neste apartado ás cuestións iniciais de "RESPONDE CO QUE SABES AGORA".



