



**Climántica**

Clima  
Home  
Cambio

Proxecto de Educación Ambiental CAMBIO CLIMÁTICO

Unidade Didáctica **2**

# SE QUEIMAMOS QUENTAMOS

Capítulo 2. Da leña ao carbón: A revolución da combustión

ISBN 978-84-453-4801-7



## 2. DA LEÑA AO CARBÓN: A REVOLUCIÓN DA COMBUSTIÓN

Responde co que sabes agora

- Que relación ten o aceiro coa leña e co carbón mineral?
- Onde se inventou a máquina de vapor e para que se usaba en principio?
- Como influíu a máquina de vapor na configuración das novas cidades da revolución industrial?
- Que crise logrou superarse coa revolución industrial? Explícao.
- Que circunstancias posibilitaron a substitución da madeira polo aceiro?
- Que vantaxes se lle atopou ao uso do aceiro na construción? Cales son os principais artefactos de aceiro que resultaron desta substitución?
- Que vantaxes e inconvenientes tivo o uso do carbón mineral no século XIX?

### O arado de ferro: entre a revolución e a crise agrícola

Entre os séculos XIV e XVI a madeira, que era a base enerxética de Europa, empezou a escasear como resultado do que se pode entender como a primeira gran crise da Humanidade: a crise que pechou a revolución agrícola que se iniciou co arado de ferro arredor do século X.





Aínda que pareza paradoxal, como ocorre cos ciclos enerxéticos, a técnica que desencadea a revolución, neste caso o arado de ferro, vai contribuír á crise posterior que pecha o ciclo. A aparición do arado transversal na Europa occidental ten que ver coa obtención de aceiros máis resistentes, lixeiros e eficaces coa forxa hidráulica, que é a tecnoloxía na que se basea o actual arado de ferro, moito máis eficaz para labrar as terras húmidas e pesadas desta zona occidental de Europa que o arado romano. Esta innovación veu acompañada da incorporación de ferraduras para os cabalos, o que tamén foi posible coa mellora dos aceiros.



- Os solos da Europa occidental son máis pesados e húmidos que os da Europa oriental, que relación hai entre este feito e o desenvolvemento da agricultura oriental. Que non necesitou incorporar o arado transversal?
- Como se labraba antes?
- Por que o uso de ferraduras lle facilitaban aos cabalos labrar terras arxilosas encharcadas e pesadas?

O éxito deste novo aparello foi tal que xa no século X estaba estendido por todo o continente. A súa eficacia posibilitou un importante aumento das colleitas, que actuaron de motor para o crecemento da poboación. A medida que a poboación ía aumentando, conseguíase máis terra para esta labranza eficaz mediante a deforestación.

A tendencia a deforestar para cultivar provocou que a mediados do século XIV a poboación humana tivese xa consumida a súa base enerxética. O esgotamento do solo e a crecente diminución dos bosques ameazaban xa aos habitantes da Europa occidental e setentrional.

- Que relación existe entre o aumento da poboación en Europa occidental a partir do século X e os cambios no uso agrícola do solo?
- Explica as causas da crise enerxética do século XIV e as consecuencias que se puideron derivar.

## Da escaseza da leña á procura do carbón

A madeira era de suma importancia para a vida da época, porque ademais de ser a fonte básica de enerxía, era a materia prima para a fabricación de ferramentas e das principais máquinas da industria da época. O ser humano necesitaba para vivir, ademais dos alimentos que comía, o Sol que o quentaba. Cando o Sol non estaba presente a única forma de conseguir esa calor era queimando leña.



- Comenta este texto que fai referencia aos usos da madeira na época:

*“As ferramentas do carpinteiro eran de madeira, salvo no último fío cortante; o xugo dos bois, o carro e a carreta eran de madeira; tamén o era a bañeira na casa de baños, o mesmo que o cubo e a vasoira; tamén era de madeira o calzado dos pobres en certas partes de Europa. A madeira servía ao campesiño e ao obreiro téxtil: o tear, a prensa de aceite e de viño eran de madeira, como tamén a prensa de imprimir, incluso cen anos despois da súa invención. Os mesmos canos que conducían a auga polas cidades adoitaban estar feitos con troncos de árbores, do mesmo xeito que os cilindros das bombas... Os barcos, desde logo, eran de madeira e... do mesmo modo, as principais máquinas da industria estaban feitas de madeira”. MUMFORD. Técnica e civilización.*

- Á vista do texto, indica utensilios e ferramentas de madeira no século XIV.

A madeira non só servía para fabricar os utensilios, senón que era a enerxía básica para as actividades produtivas, posto que as outras dúas fontes de enerxía usadas, o vento e a auga, estaban sometidas aos caprichos do tempo atmosférico, dos climas locais e da precipitación anual, por iso a madeira se converteu na materia universal da economía anterior á revolución industrial, porque dela dependía a industria. Pero ao mesmo tempo as máquinas da industria eran igualmente de madeira. Naquela época, a madeira xogaba o papel que desempeñan agora os metais na industria.





A madeira non só se consumiu por necesidade directa como materia prima da industria, senón que tamén se usou de forma indirecta na minería, na forxa e na fundición, e nas vigas para estear as galerías das minas e para construír carros de madeira que transportaban o mineral.

A forxa hidráulica consumía moito carbón vexetal incandescente para conseguir a mestura eficaz entre o ferro e o carbono que se lograba mediante os golpes do mazo movido pola enerxía hidráulica.

O consumo veuse acelerado cara ao 1500, cando naceu o barco de tres paus que permitía facer viaxes oceánicas de altura grazas ás cales se puido buscar recursos noutros lugares. Para o crecemento desta frota, consumíronse grandes cantidades de madeira. Ao mesmo tempo, e sobre todo co descubrimento de América, incrementouse a frota e o desenvolvemento de armamento que requiría de aceiros lixeiros e resistes, o que potenciou a forxa hidráulica. Por iso, aínda que a corta de bosques para o cultivo diminuíu considerablemente a cantidade de madeira dispoñible, a crise definitiva desencadeouse como consecuencia do aumento da produción de ferro e da construción de buques.

Esta crise xa se evidenciou no século XIII na cidade inglesa de Newcastle, onde os habitantes quedaron sen leña, o que os abocaba a unha morte segura por conxelación. Para afrontar esta crise, o rei autorizou a extracción de carbón como fonte de enerxía alternativa. Esta crise foise incrementando e estendendo a outras rexións. Así, no século XV, o papa Pío II deixou escrito que, durante unha visita a Escocia, lle sorprendera ver ás portas das igrexas fileiras de xente que recibían como esmola fragmentos dunha pedra negra.



- Comenta o texto que recolle parte dun relato do Papa Pío II en relación á súa visita a Escocia:

*"[...] recibían como esmola anacos dunha pedra negra cos que se retiraban satisfeitos. Esta especie de pedra quéimana en lugar da madeira, da que o seu país está desprovista".*

- Á vista deste relato, explica a relación entre o ocorrido en Newcastle no século XIII coas observacións do Papa Pío II en Escocia no século XV.



O carbón usábase por necesidade de supervivencia, pero era tratado con desprezo, como unha fonte de enerxía de calidade inferior, pois era sucio e producía moita contaminación. Ademais, o carbón era máis difícil de extraer e tratar que a madeira, pois é máis dificultoso extraer carbón das minas e preparalo para o seu uso que pinchar árbores.

A medida que se fixo necesario perforar minas máis profundas para extraer o carbón, ao se ter esgotado o máis superficial, foi resultando máis difícil ventilar pozos e elevar carbón á superficie. Neste proceso de descenso das extraccións que se desenvolveu ao longo do século XVII, as minas tiveron que enfrontarse coa entrada de auga debida ás perforacións ao nivel da capa freática ou de augas subterráneas profundas, polo que ademais de necesitar extraer o carbón cara á superficie, fíxose imprescindible extraer tamén auga. Todos estes problemas derivados da extracción do carbón a máis profundidade, esixiron solucións tecnolóxicas que se resolveron coa invención da bomba de vapor.



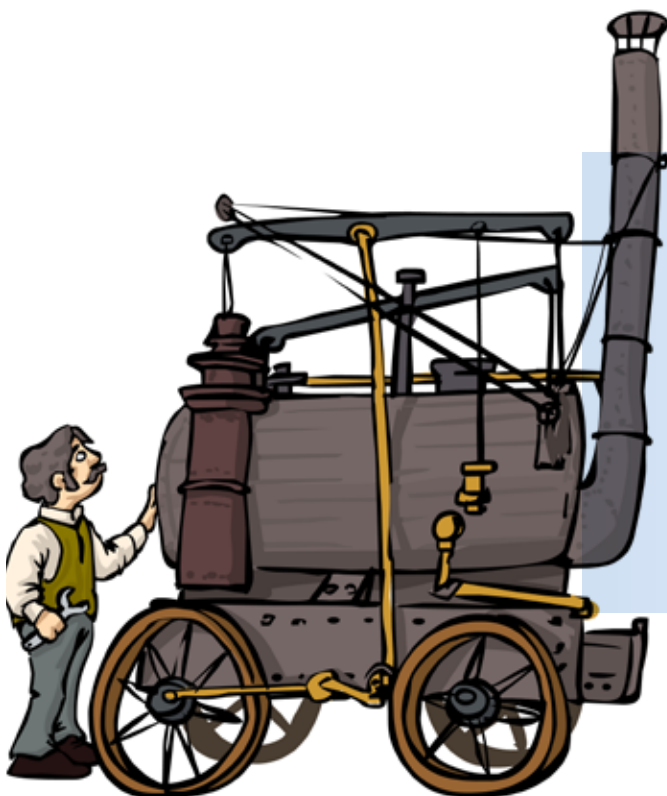


O invento da máquina de vapor, como se destacou no apartado anterior, permitiu por primeira vez extraer traballo da enerxía térmica, o que supuxo o inicio do consumo enerxético actual baseado na combustión. Neste sentido, cabe salientarmos tamén que é perfectamente imaxinable a máquina de vapor sen carbón, como así foi, xa que as primeiras funcionaban con leña (incluso nos tempos do famoso ferrocarril do Oeste Americano. Só andando o tempo, ao írense cortando e deforestando as árbores próximas as vías, foi cando pasaron ao carbón).

Con esta invención o carbón pasou a ser accesible na superficie en cantidades importantes para o seu consumo, pero había que conseguir transportalo aos mercados de toda Inglaterra, pois as máquinas de vapor permitiron obter excedente de carbón. En principio, o transporte empezou a facerse con carros, pero os camiños cheos de lama dunha Inglaterra moi chuvieira dificultaban moito o proceso, o que deu lugar a que se utilizase un maior número de cabalos, incidindo aínda máis na falta de alimento para as persoas, xa que non se podían dedicar a arar a terra.



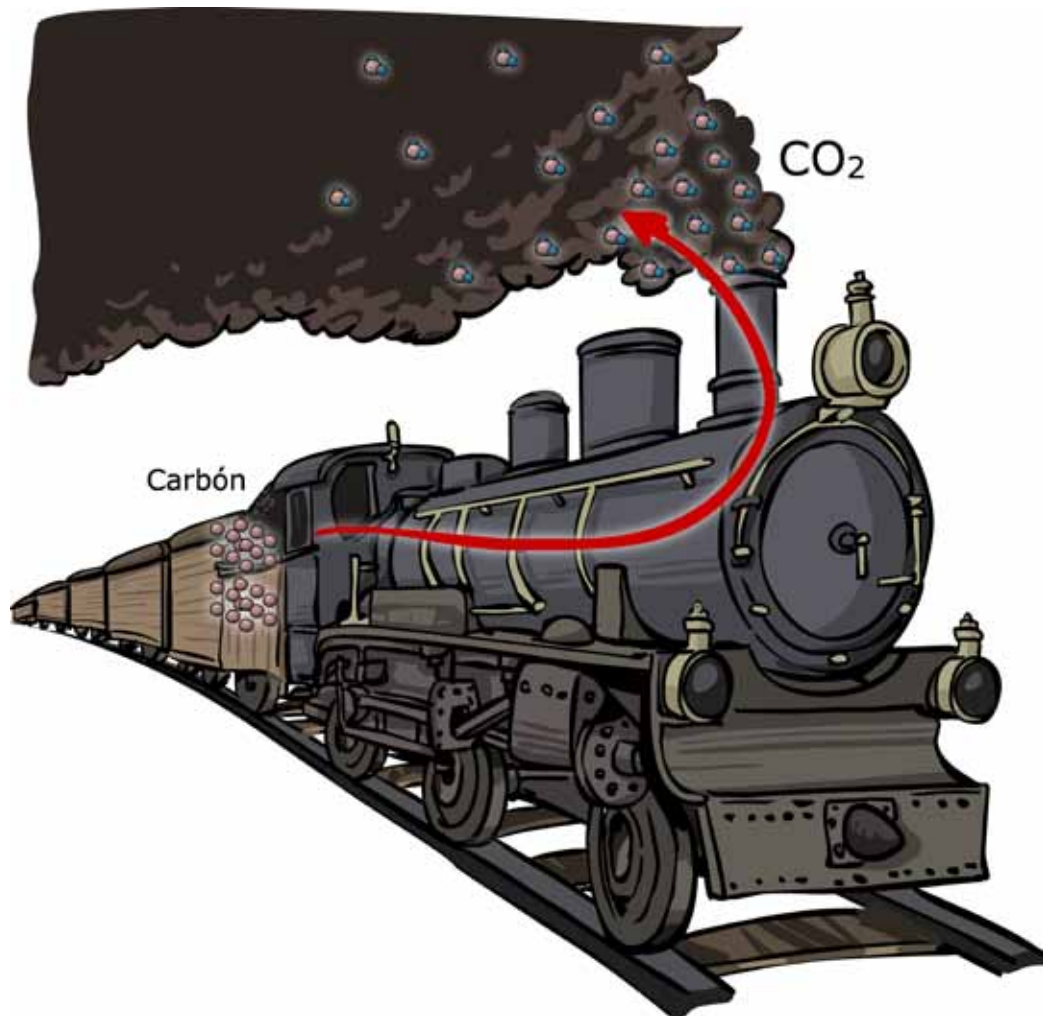
A solución a esta crise do transporte de carbón canalizouse a partir do invento da locomotora de vapor e da vía férrea.



- Comenta a frase enunciada por Edmund Howes en 1631: "os habitantes vense obrigados a facer lume con carbón de turba e hulla, incluso nas cámaras de personaxes honorables".
- Que papel xogou a extracción de carbón en Inglaterra para o asentamento das bases tecnolóxicas da era industrial?
- Compara o carbón coa madeira en canto á súa dispoñibilidade e facilidades para conseguilos, e respecto á enerxía calorífica que proporcionan.

A bomba e a locomotora de vapor respondían a unha tecnoloxía moito máis complexa e con maior consumo de enerxía que a machada, o carro e o cabalo da era da madeira. Este é un exemplo máis e moi evidente de como ao longo da historia os cambios cualitativos na tecnoloxía sempre se dirixiron cara a unha maior complexidade e a un maior gasto de enerxía para a obtención da mesma, polo tanto a unha menor eficiencia, porque un cambio crítico no medio conduciu sempre cara á fontes de enerxía menos dispoñibles e máis difíciles de acadar. Por conseguinte, os cambios de ciclos tecnolóxicos levan a aumentar o consumo de enerxía por unidade de produto final.

Un bo exemplo de cómo ao aumentar a complexidade tecnolóxica diminúe a eficiencia témolo na agricultura moderna. Hoxe en día pódese obter vinte veces máis colleita nunha hectárea de campo que na Idade Media, pero para conseguir unha caloría en forma de gran, gástase vinte veces máis enerxía nos labores e na fertilización, acelerando así a desorde do medio, o que conduce á acumulación de residuos, o que neste caso supuxo o inicio da acumulación de gases invernadoiro, responsables do actual cambio climático, ademais doutras moitas substancias contaminantes. Isto é o denominado “progreso”.



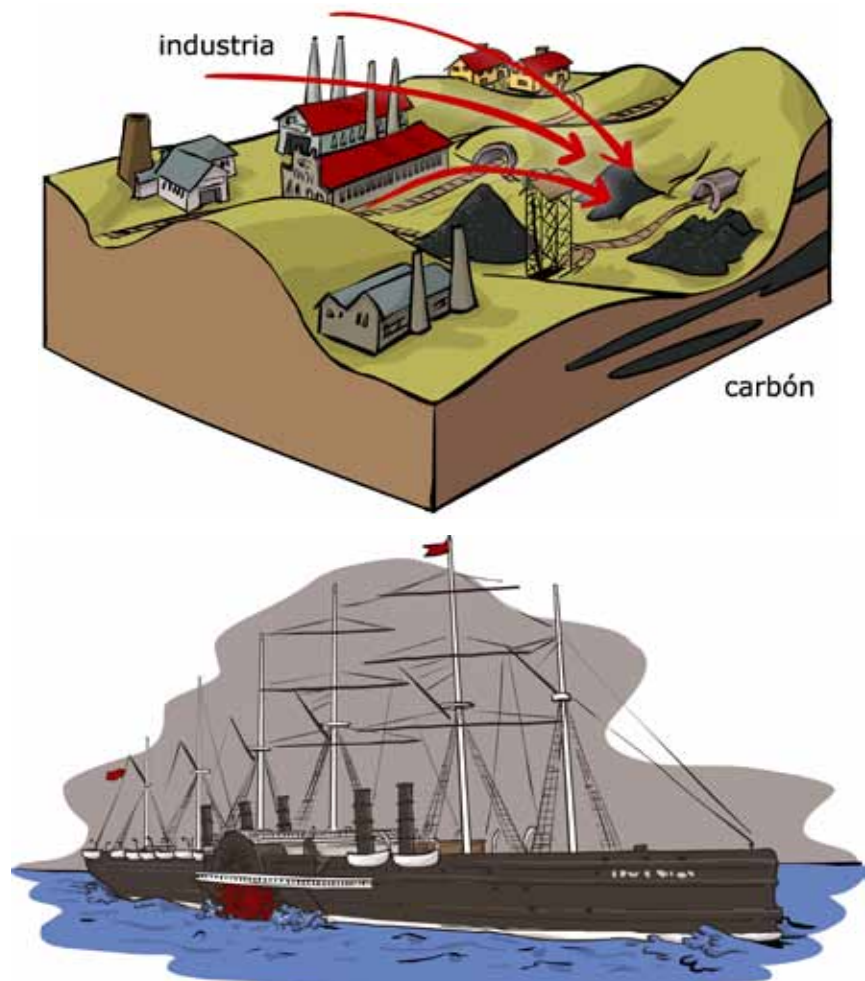
- Define “progreso” de acordo ao expresado no texto.
- Explica por que a orixe do cambio climático actual está no uso da máquina de vapor.







O ferrocarril representou unha innovación tecnolóxica importante, e cando no século XIX empezou a utilizarse para o transporte de pasaxeiros, as cidades dese século fóronse unindo mediante travesas de madeira, converténdose nunha prolongación da mina de carbón. Como o custo do transporte do mineral aumentaba coa distancia, as industrias pesadas tenderon a concentrarse cerca das vetas carboníferas. Durante este século tamén se puxo en funcionamento o barco de vapor, que foi aumentando progresivamente de tamaño, de tal xeito que en 1858 xa navegaba o Great Eastern, coñecido como “monstro do Atlántico”, de 691 pés de longo, 22 500 toneladas brutas e 1600 CV nos seus motores con hélices e 1000 CV nas súas rodas de paletas.



A universalización da máquina de vapor en locomotoras e barcos aumentou a demanda de carbón – incluso en zonas de occidente onde o acceso á madeira aínda era posible a finais do século XVIII, como era o caso de Rusia e de América – converténdose así as poboacións nunha prolongación da mina de carbón.

Como as máquinas de vapor tiñan un baixo rendemento en pendentes superiores ao 2%, as novas liñas seguiron os ríos e fondos de vales. Isto tendeu a desprazar a xente do interior e a amontoar a poboación nas cidades terminais, nos empalmes e nas cidades portuarias, aumentando tamén a tendencia a establecer novas comunidades urbanas ao longo das principais liñas de transporte. A partir da segunda metade do século XIX o ferrocarril chegou a Oriente, India, China e Xapón, levando consigo métodos e ideas desta civilización mineira na que apareceu.



- Fai unha redacción sobre a influencia da máquina de vapor na vida urbana actual.
- Explica os cambios que fixeron desaparecer a siderurxia hidráulica nesta época.

Este desenvolvemento da minería fixo que o ferro se conseguise barato e en grandes cantidades e que o carbón permitise o desenvolvemento dunha importante industria siderúrxica. Así, ao ser o ferro barato e a enerxía abundante, a industria siderúrxica pasou a ser subministradora de múltiples aplicacións, ferramentas e instrumentos de ferro, relegando a importancia da madeira como materia prima.

### O desorde da máquina de vapor

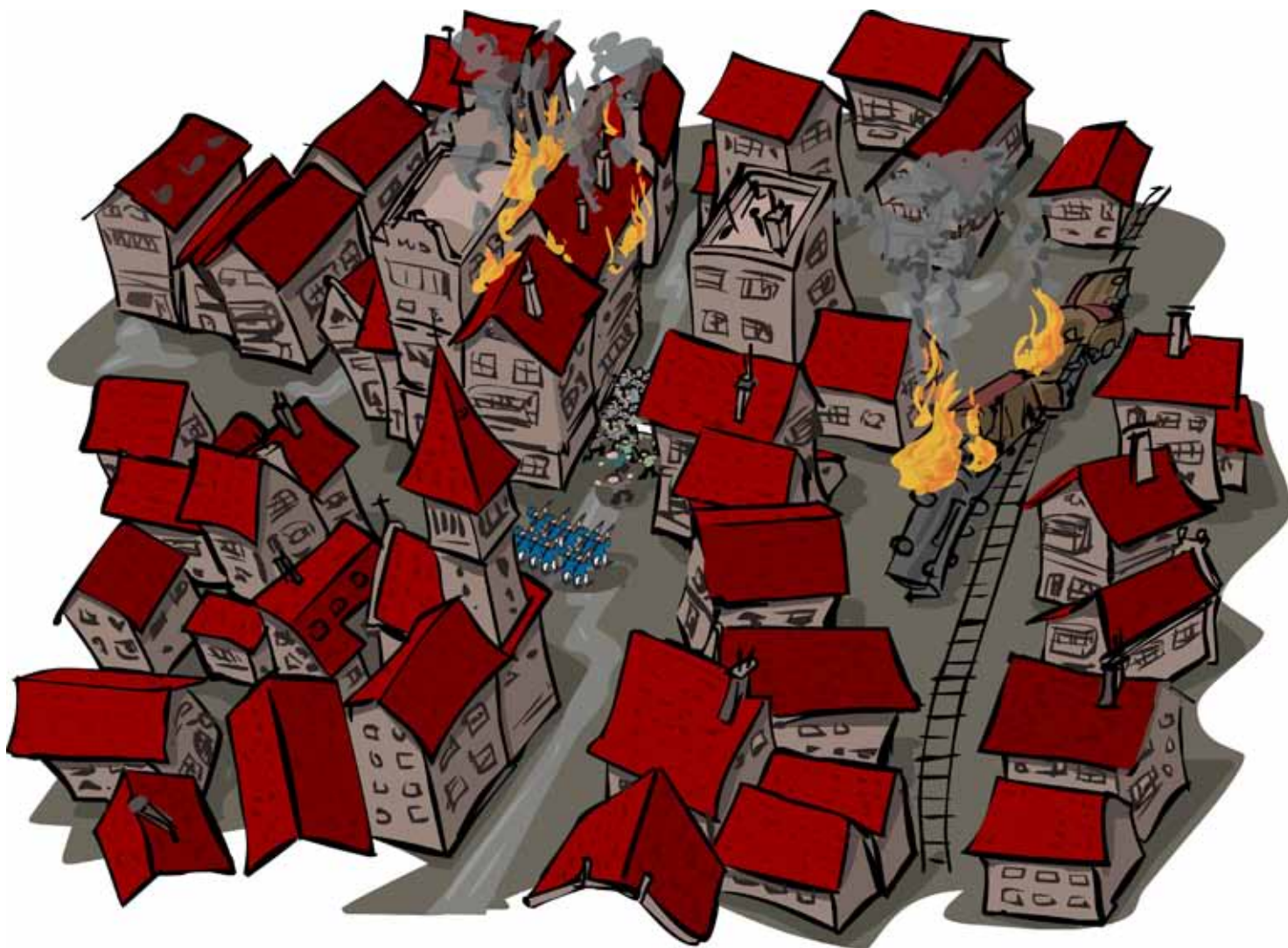
A máquina de vapor, alimentada polo carbón, modificou a sociedade de século XIX, facilitando que as industrias se concentraran en zonas de fácil acceso para o ferrocarril e para os barcos de vapor, aumentando a produción, a mecanización e a poboación deses núcleos. Todos os procesos industriais pasaron a vertebrarse sobre a máquina de vapor: obtención de tecidos, vidro e sobre todo aceiro, que a súa vez resultaba básico para conseguir estruturas e ferramentas. Este aumento da produción impulsaba os procesos de comercialización que, pola súa banda, propiciaban melloras técnicas e inventos que servían para satisfacer novos desexos e facían conscientes ao pobo de novas necesidades, o que levou a valorar as máquinas máis que ás persoas.

Este culto pola máquina rompeu o equilibrio entre o campo e a industria, o que deu lugar a dous tipos de zonas ben diferenciadas: zonas de produción de alimentos e materias primas e zonas industriais para a súa transformación. As zonas industriais foron acumulando man de obra para aproveitar a eficiencia da máquina. Aínda que os traballos realizados polas máquinas de vapor foron inmensos se os comparamos co desenvolvemento manual dos mesmos, as perdas derivadas desta ruptura social tamén foron grandes. Isto, xunto co





avance da mobilidade, favorecida polo transporte por ferrocarril, provocou que o control do tempo se convertese nunha aspiración, e a aceleración do ritmo pasou a ser un novo imperativo para a industria e o "progreso". A redución do tempo converteuse nun fin en si mesmo, e baseándose neste principio, aumentáronse os horarios laborais para aproveitar ao máximo as posibilidades de produción que ofrecían as máquinas. Esta disociación diminuíu a cohesión social e propiciou folgas e conflitos sociais.



- Como se explica que en Galicia non haxa grandes cidades de millóns de habitantes?
- Que aspectos desa época histórica se poden ver reflectidos na sociedade actual?
- A que se debeu o culto á máquina?
- Se a máquina supliu o traballo manual, por que se di que esa sociedade supuxo a explotación dos traballadores?

Na teima de redución do tempo de transporte, buscouse aproveitar o feito de que a máquina de vapor era máis eficiente canto maior fose o seu tamaño, polo que se tendeu a facer grandes redes de transporte (tren e barcos) que necesitaban estruturas maleables e resistentes. O material por excelencia para cumprir con esas premisas era o ferro forxado ou aceiro. Este ten moita resistencia, e ademais é lixeiro, polo que se aproveitou para construír ferrocarrís e barcos de grandes dimensións capaces de albergar grandes máquinas de vapor para conseguir o máximo de eficiencia.

Barco de vapor de finais do século XIX



Tamén se fixeron pontes de ferro importantes. Esta cultura da enxeñería do ferro deu paso aos primeiros rañaceos de Chicago e a monumentos como a Torre Eiffel, que no seu momento representou a construción máis elevada do mundo. Estas construcións, símbolos da orde de gran magnitude, ao fabricárense con aceiro obtido en siderurxias alimentadas con carbón mineral, supuxeron o inicio dun proceso industrial que, debido ao seu alto consumo de combustibles fósiles, está dende entón a xerar unha importante desorde ambiental de acordo coa segunda lei da termodinámica.

Torre Eiffel, en París.





A siderurxia foi motor de dous ciclos enerxéticos; o primeiro baseado na tecnoloxía da roda hidráulica e o segundo na máquina de vapor, que se foi perfeccionando ata facer posibles as obras titánicas da última metade do século XIX. Pero o custo ambiental foi moi elevado, aínda que nesta etapa de obras titánicas se percibía como símbolo de prosperidade ter siderurxias fumegando de tal xeito que chegaban a impedir o paso da luz do sol, sobre todo nos lugares onde se concentraban máis de 20 fábricas de ferro. Esta situación potenciou o smog urbano, efectos nocivos sobre a saúde, choiva ácida e emisións de gases invernadoiro, iniciándose así o problema actual do cambio climático. Esta idea da prosperidade redundou en que non se levasen as fábricas para fóra das cidades, de tal maneira que cidades como Londres ou Chicago chegaron a converter os seus ríos en cloacas abertas ao aire.



- Que relación hai entre esta enxeñería do ferro e a máquina de vapor?
- Fai unha pequena redacción sobre o que supuxo o ferrocarril neste desenvolvemento da industria do ferro.
- Explica que consecuencias puido ter o feito de construír grandes barcos de ferro que se moveron a vapor?
- Cal foi a enerxía que posibilitou este desenvolvemento técnico?
- Explica o custo ambiental deste desenvolvemento da máquina e da siderurxia.

## A crise do peche do ciclo da forxa hidráulica de Sargadelos

A revolución industrial vertebrouse sobre a siderurxia, sobre o ciclo enerxético do carbón e sobre os avances técnicos como a máquina de vapor. Pero curiosamente por culpa da obtención de aceiro pechouse o ciclo anterior, que utilizaba o carbón vexetal como combustible na forxa e para proporcionar o carbono necesario para formar a aliaxe co ferro do aceiro, dándolle a dureza e elasticidade necesaria co tempero da maza hidráulica.

Este proceso supoñía un elevado consumo de madeira nos fornos de fundición, de tal xeito que se consumían uns 200 kg de madeira por cada quilo de ferro. O aumento do consumo de madeira provocou un esgotamento da leña dos montes. Isto supuxo conflitos entre os campesiños e os artesáns, que precisaban a leña para as cociñas, casas e apeiros, cos propietarios dos fornos de fundición, que pretendían reducir o acceso aos montes para reservar así a madeira para a produción de aceiro.

En Galicia produciuse un motín por este conflito de intereses que foi coñecido en toda España e do que quedou un importante rexistro histórico. Foi o motín de Sargadelos, no norte da provincia de Lugo, que desembocou en 1798 no asalto e incendio do complexo siderúrxico, do que aínda quedan elementos construtivos de aceiro visibles en Galicia.



Sargadelos tivo un lugar destacado na historia da siderurxia galega. Nestas fotos obsérvanse partes do seu complexo siderúrxico.

- Fai unha relación dos usos da madeira nas casas.
- Para que usarían a madeira os artesáns da costa de Lugo?
- Como podía afectar a siderurxia aos agricultores e artesáns?
- Existen relacións entre a siderurxia de Sargadelos coa deforestación dos Ancares? Pareceche razoable considerando a distancia? De se ter producido, cal serían as circunstancias da época?





Este complexo chegou a constituír o maior complexo siderúrxico da península, polo que tamén era o maior consumidor de enerxía. En escritos do seu dono, Antonio Raimundo Ibáñez, de 1775, indícase que o primeiro forno dos dous que tiña consumía 37 500 quintais de carbón vexetal ao ano, o que facía necesario unhas 10 000 viaxes do carro ao monte para recoller madeira de crecemento lento coma os carballos e carqueixas.



Os carballos son representativos da paisaxe galega

Este consumo enerxético nos fornos do complexo siderúrxico levouno a denunciar a agricultores e artesáns que precisaban madeira para barcos, cubas e cestas necesarias na actividade pesqueira de Burela. Este conflito desembocou no asalto de 4000 persoas ás fábricas o 30 de abril de 1798, superando a resistencia dos 30 soldados que as protexían e causando importantes desfeitas, chegando a queimar a casa de Ibáñez, que se salvou porque estaba fóra. Esta revolta acabou sendo controlada polo exército, principal cliente, debido á importante actividade da siderurxia na fabricación de armas.



No entanto, o conflito con Ibáñez non se pechou, e en 1809, coincidindo coa expulsión dos franceses, foi asasinado en Viveiro arrastrado por cabalos, ao ser acusado de afrancesado. Hai análises que relacionan esta traxedia con intrigas dos ingleses, que vían nesta fábrica un importante competidor, dado que o sistema de produción se asemellaba máis ao dos ingleses que aos demais da península.

Nesta conspiración tamén puideron participar os fidalgos e potentados. Ibáñez manifestou que os grandes propietarios influíron no ánimo dos agricultores e artesáns, posiblemente non tanto polo problema da madeira, senón máis ben polo medo a que os agricultores abandonasen as terras para dedicarse á fábrica ou a carrexar madeira.

En calquera caso, Ibáñez tiña privilexios outorgados pola monarquía absoluta para explotar a madeira e contaba coa colaboración do exercito, para quen fabricaba armas. Pero tamén temos constancia de que o fundador de Sargadelos foi consciente do peche do ciclo da leña, e no 1800 deixou por escrito a súa opinión acerca da necesidade de substituír a leña por carbón. Así, expresou: "os montes leñeiros estanse degradando con farta presa e a súa ruína







será total en poucos anos se a este mal non se vén pronto a poñer remedio. E que remedio poñer? Pois o remedio da substitución da leña polo fósil. É o único eficaz que cabe facer". A partir desta frase pódese especular que Sargadelos, de non teren matado a Ibáñez, había cambiar o ciclo da leña polo do carbón, podendo ter xurdido en Galicia un centro competitivo co sistema inglés de obtención de aceiro, que acabou impoñéndose ao longo do século XIX. Os sucesores apostaron por non pechar o ciclo da leña, diminuíndo a actividade ao longo do século XIX e iniciándose unha reconversión cara á industria da cerámica, aproveitando os importantes xacementos de caolín da zona. Esta actividade industrial é a que se mantén actualmente na zona.



Vista da fábrica de cerámica de Sargadelos na actualidade.

- Que relación pode ter a morte de Ibáñez co feito de que en Galicia non houbera unha revolución industrial?
- Ocorrerase algunha relación entre o motín de Sargadelos e a Guerra de Iraq?
- Busca relacións do sucedido en Sargadelos coa fin do Antigo Réxime?
- Responde co estudado neste apartado ás cuestións iniciais de "RESPONDE CO QUE SABES AGORA".