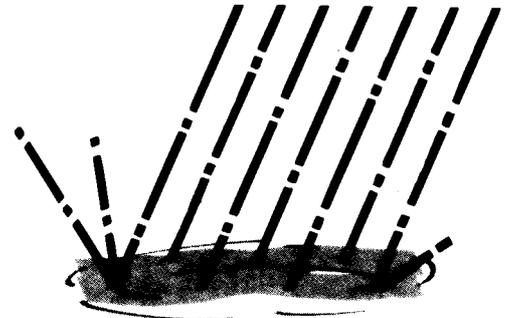


# SCIENCE A C R O S S EUR\*O\*PE

**BP Amoco**



Acid rain over Europe  
Saurer Regen über Europa  
Lluvia ácida sobre Europa  
Pluies acides sur l'Europa  
Piogge acide sull'Europa  
Chuva ácida na Europa

# Lluvia ácida sobre Europa

## La unidad consta de cuatro partes

### Parte 1 Resumen general

Un bosquejo de la base científica de la lluvia ácida, con cuestiones.

### Parte 2 ¿Qué es lo que la clase cree acerca de la lluvia ácida?

Una formulario entre los alumnos de la clase.

### Parte 3 ¿Qué es lo que piensan en otros países acerca de la lluvia ácida?

El formulario se extiende a otros países.

### Parte 4 Observar los hechos

Una hoja de datos y mapas que dan información relativa a la lluvia ácida en diferentes partes de Europa, con más cuestiones que el alumno debe responder.

## Los objetivos de la unidad son:

- Poner de manifiesto la base científica del problema de la lluvia ácida, y demostrar su relación con el plan de estudios de la ciencia;
- Ayudar a los alumnos a distinguir entre materias opinables y los hechos tal como son;
- Hacer conscientes a los alumnos de los puntos de vista de la gente de países diferentes;
- Aumentar la soltura de los alumnos en el uso de las lenguas europeas;
- Experimentar con los alumnos, dentro de lo posible, el amplio campo de las tecnologías de comunicación, incluyendo el fax y el modem.

## Conocimientos previos

Esta unidad se dirige a alumnos de edades comprendidas entre los 14 y los 16 años. Se supone que tendrán los siguientes conocimientos previos:

- Conceptos y conocimientos**
  - Formulación química
  - Los ácidos como sustancias, con sus efectos específicos sobre los carbonatos, sobre los metales y sobre los seres vivos
  - La combustión como una reacción con el oxígeno
  - La escala de pH para medir la acidez
- Habilidades de interpretación**
  - Lectura e interpretación de datos a partir de tablas y mapas

*El propósito de esta unidad es facilitar a las clases de las escuelas europeas el intercambio de información acerca del problema de la deposición ácida comúnmente llamada lluvia ácida. Este trabajo les ayudará a entender mejor el problema en sí, y además a apreciar los diferentes puntos de vista de la gente de otros países que se ven afectados de maneras muy diferentes.*

## Instrucciones para los profesores

### Requerimientos

Cada alumno precisará copias de las hojas del alumno y del formulario.

#### Parte 1

Al empezar, los alumnos deberían estar familiarizados con la base científica del problema de la lluvia ácida. La parte 1 da alguna información acerca de este fundamento. Hay, además, preguntas para evaluar hasta donde lo conocen. Los alumnos deberían estudiar la información dada en la parte 1 (quizás como trabajo en casa) y luego contestar a las preguntas.

También puede ocurrir que usted haya enseñado en clase el fundamento de la lluvia ácida, en cuyo caso omita la parte 1 y vaya directamente a la parte 2.

#### Parte 2

La intención de esta parte es recoger las opiniones de la clase sobre los problemas causados por la lluvia ácida.

Por supuesto que habrá opiniones subjetivas, pero esto no importa ya que su objetivo es ver los puntos de vista de la gente de diferentes países sobre el problema. Puede resultar más motivador si les dice a sus alumnos que esta información se necesita para enviarla a gente de otros países.

Hay diferentes formas de llevar a cabo esta actividad: he aquí una sugerencia:

- 1 Dé una copia del formulario de intercambio a cada uno de los alumnos de su clase. Pídeles que respondan a las cuestiones. Puede ser mejor que respondan las cuestiones en casa, para que puedan buscar respuestas en los periódicos, libros o preguntando a otras personas.
- 2 Recoja todas las respuestas de la clase. Ahora necesita obtener una única respuesta que refleje el consenso de opinión de toda la clase. Esto puede hacerlo usted mismo, pero sería mejor que la clase colaborara con usted. Puede asignar el estudio de las respuestas de cada cuestión a un grupo de alumnos para que las resuma. Puede que usted prefiera corregir los errores fácticos por sí mismo, pero por favor, no cambie demasiado las respuestas, ya que ellas reflejan las opiniones de la gente común.

Sus respuestas finales consensuadas, deberían ocupar un párrafo de longitud adecuada, para que pueda ser enviado a otras escuelas. Esto se hará en la misma hoja de formulario que se empleará para recoger información de otros países en la Parte 3, para poder comparar con los resultados enviados por las escuelas de otros países.

#### Parte 3

La intención de esta parte es recoger las opiniones de los alumnos de otros países sobre los problemas causados por la lluvia ácida.

Recoja las opiniones de la clase en el formulario. Haga copias del mismo y mándelas a la/s escuela/s con las que establezca contacto, con los detalles necesarios para que puedan contestar.

Una vez haya recibido las respuestas de los otros países, hay un cierto número de cosas que puede hacer con ellas. Una actividad valiosa puede ser el comparar los resultados de los diferentes países con la información factual que se da en la Sección de Datos en la parte 4.

#### Parte 4

La intención de esta parte es que los alumnos observen la situación de hecho relativa a la deposición ácida sobre Europa. Se suministra una selección apropiada de datos.

Estos datos pueden emplearse como base de la discusión y para la evaluación del formulario de la parte 3; suministran una base de información factual con la cual comparar las opiniones de los alumnos.

Hay también cuestiones que los alumnos pueden contestar utilizando los datos. Consideramos que las cuestiones 1-4 son las más importantes, mientras que las cuestiones 5-8 pueden ser optativas.

**La cuestión 1** da oportunidad para leer el mapa de Europa y localizar los diferentes países. El mapa 1 muestra la estrecha relación entre las áreas industriales (y también las más densamente pobladas) y la deposición de azufre.

La enorme contaminación de zonas del este de Alemania, Polonia y la República Checa es el resultado del uso de lignitos y de la tecnología empleada, ineficaz y obsoleta. El carbón inglés también tiene un alto contenido en azufre.

**La cuestión 2** se refiere a la tabla 1, que se ha sacado de fuentes suecas. Ayudará a los alumnos a comprender que los contaminantes del aire no se paran en las fronteras nacionales.

**La cuestión 3** se refiere explícitamente a la importancia de los vientos predominantes, que en la Europa Occidental son con frecuencia vientos del oeste.

**En la cuestión 4** se pretende estimular a los alumnos a considerar las diferentes opciones, que ha menudo se citan en las discusiones públicas. Primero habrán de decidir si las propuestas pueden ser efectivas. Todas las propuestas pueden ser efectivas de una o otra forma, excepto la 2, donde la efectividad dependerá de como se genere la electricidad. Luego los alumnos deben discutir, preferiblemente en grupos pequeños, cuales de las propuestas son políticamente aceptables. Ellos deberían tener en cuenta que, en una sociedad democrática, las medidas han de ser aprobadas por la mayoría de los representantes democráticamente elegidos.

**La cuestión 5** muestra que, aunque hay una correlación entre el uso total de la energía y la deposición de azufre, esta correlación ciertamente no es perfecta. Depende mucho de las fuentes primarias de energía, por ejemplo, el carbón es generalmente un mayor emisor de azufre que el gas natural. Y también depende mucho de los límites impuestos sobre las emisiones por las leyes nacionales.

**La cuestión 7** significa ayudar a los alumnos a comprender que la 'lluvia ácida' no es el único, ni necesariamente el peor problema del medio ambiente. Las respuestas serán, por supuesto, altamente subjetivas.

#### **Mapas suministrados para la parte 4:**

Mapa 1 La deposición de azufre en  $g/m^3$  (1985)

Mapa 2 Valores medios anuales del pH de las precipitaciones (1987)

Mapa 3 Los países de Europa

# Science Across the World

## Lluvia ácida sobre Europa

Fecha

A (Nombre del profesor/a)

Centro

Dirección

Tel: (indicar los códigos o prefijos internacionales)

Fax

Correo electrónico

URL (Web) del Centro

Tenemos entendido que su clase está estudiando el problema de la lluvia ácida en Europa.

Nosotros quisiéramos intercambiar opiniones acerca de las causas y los efectos que produce la lluvia ácida y quien es responsable de ello.

Incluimos las opiniones de nuestra clase que contestan a las cuatro cuestiones de la unidad.

De (Nombre del profesor/a)

Centro

Dirección

Tel: (indicar los códigos o prefijos internacionales)

Fax

Correo electrónico

URL (Web) del Centro

## El problema de la lluvia ácida en nuestro país

**1** El problema de la lluvia ácida es:

**2** Los efectos de la lluvia ácida que preocupan a la gente son:

**3** Creemos que la lluvia ácida que afecta a nuestro país se produce por:

**4** Las acciones que debeb tomarse para resolver el problema de la lluvia ácida serian:

# Lluvia ácida sobre Europa

## Parte 1 Resumen general

Antes de empezar esta unidad, debes estar seguro de conocer alguna de las ideas básicas acerca de la lluvia ácida. Si ya estas familiarizado con estas ideas, puedes omitir esta parte y pasar a la parte 2.

La lluvia ácida es un tema de controversia. Nadie está seguro de lo dañina que es. Hay teorías diferentes para explicar sus efectos. Los científicos no siempre están de acuerdo en sus teorías.

El agua de lluvia es ácida por naturaleza, debido a los gases que lleva disueltos, incluido el dióxido de carbono. El pH del agua de lluvia sin contaminar varía de 5.5 a 7.7. El pH de la lluvia ácida es inferior a esto, oscila entre 3 a 5.

### ¿Cuales son los efectos posibles de la lluvia ácida?

#### Seres vivos

Todos los seres vivos resultan afectados por la acidez. Los seres vivos en los ríos y en los lagos comienzan a morir cuando el pH cae por debajo de 5. Por ejemplo, miles de lagos de Suecia no tienen vida en ellos, y muchos tienen muy poca (ver la figura 2). Las reservas de la trucha ártica en Noruega están prácticamente extinguidas, y cerca de la mitad de las truchas pardas de Noruega han muerto. Estas muertes se deben probablemente a la lluvia ácida.

En Europa muchos árboles se están muriendo. Hay muchos países afectados, incluyendo Alemania, Suecia, la República Checa, España, y Gran Bretaña. Algunos científicos dicen que esto es debido a la lluvia ácida. Otros expertos no están en de acuerdo y dicen que el daño de los árboles es debido a la sequía, a enfermedades o pestes, o a diferentes tipos de contaminación.

#### Cosas no vivas

La lluvia ácida acelera la corrosión de los metales. En Polonia por ejemplo, corroe los rieles del ferrocarril. El suministro de agua en algunos lugares de Escandinavia es ahora lo bastante ácido para corroer el metal de las tuberías en las casas de la gente. El agua resulta contaminada por los metales disueltos, tales como cobre, zinc y cadmio. Esto hace que el sabor del agua sea detestable y que pueda ser perjudicial para la salud.

La lluvia ácida produce la descomposición a la intemperie de ciertas clases de roca de la construcción, en especial la piedra caliza y el mármol. En Inglaterra, las estatuas de piedra caliza de algunos edificios antiguos se ha visto gravemente afectadas por la lluvia ácida en los últimos años.

|                                                              |     |                                                 |
|--------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|
|                                                              | 4.5 | la anguila y la trucha parda mueren             |
| la perca y el lucio mueren                                   | 5.0 |                                                 |
|                                                              | 5.5 | el albur y el timalo mueren                     |
| los insectos sensibles y el plancton animal y vegetal mueren | 6.0 | el salmon, umbra, trucha, escarchos mueren      |
|                                                              | 6.5 | los crustáceos, caracoles, moluscos, etc mueren |
|                                                              | pH  |                                                 |

Figura 1 Los efectos de la lluvia ácida sobre los seres vivos

# ¿De donde viene la lluvia ácida?

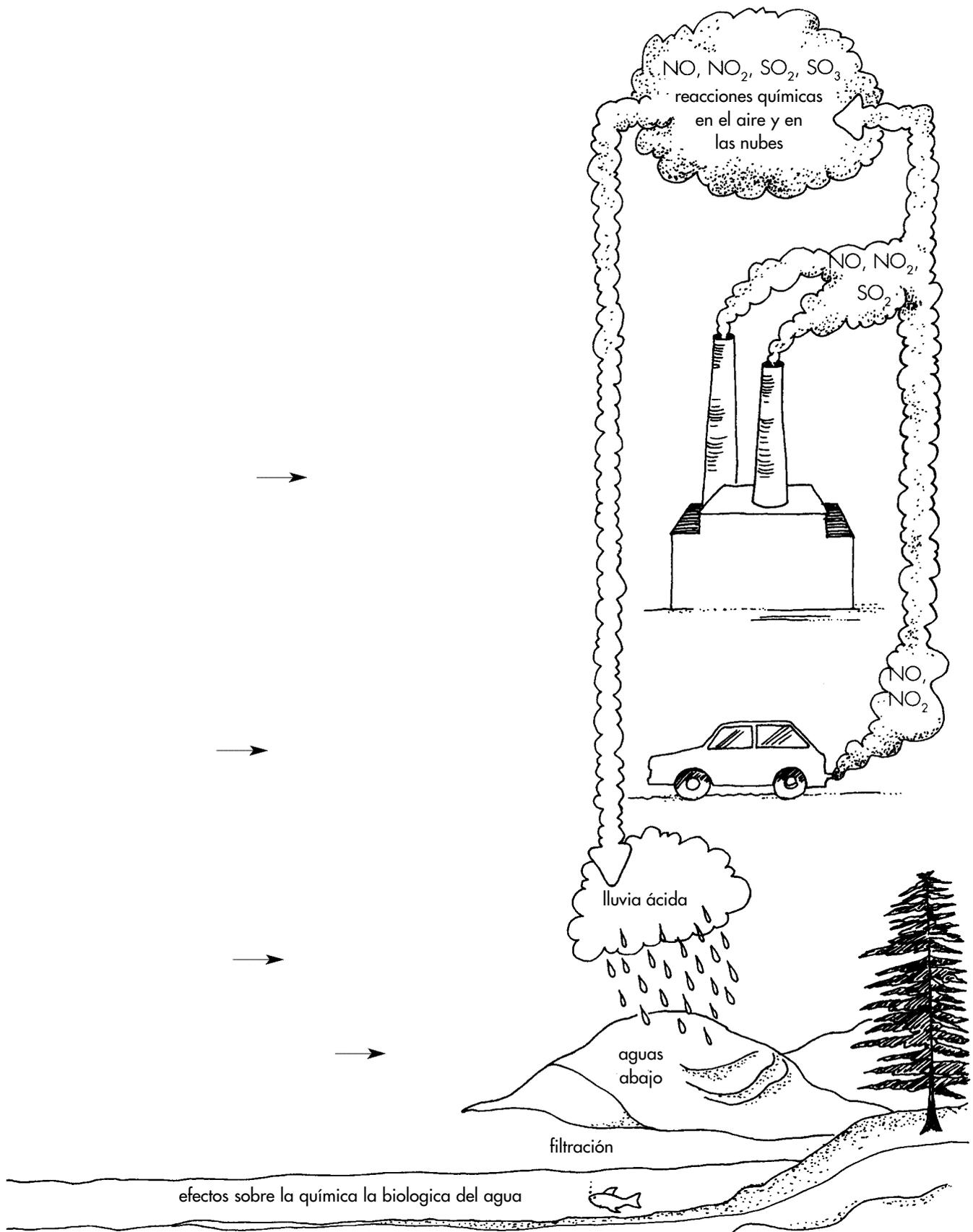


Figura 2 Como se origina la lluvia ácida

## Preguntas sobre la lluvia ácida

Intenta contestar a estas preguntas para ver lo que recuerdas acerca de la lluvia ácida.

- 1 ¿Cual es el pH de la lluvia ácida?
  - a 0 a 2,2
  - b 3 a 5
  - c 5,5 a 7,7
  - d 9 a 11,1
- 2 ¿Cual es el efecto de la lluvia ácida sobre los metales?
- 3 ¿Qué gases se supone son los principales causantes de la lluvia ácida?
- 4 ¿Cuales son las fuentes principales de dichos gases?
- 5 ¿Qué cambios se producen en s en una parte de Europa producir lluvia



## Parte 2 ¿Qué es lo que piensa la clase acerca de la lluvia ácida?

- 1 ¿Es la lluvia ácida un serio problema ambiental en tu país?
- 2 ¿Cuales son bs efectos de b lluvia ácida que más preocupan a b gente?
- 3 ¿Quien es el más culpable de la producción de la lluvia ácida que afecta a tu país?
- 4 ¿Qué se puede hacer para resolver el problema de la lluvia ácida en tu país?

## Parte 3 Qué se piensa en otros países acerca de la lluvia ácida?

Se suministra a la clase un formulario para recoger sus opiniones de las cuestiones arriba mencionadas.

Intercambia tu formulario con alumnos de otros países en Europa que quieran tus alumnos, para ver lo que ellos piensan sobre dicho problema.

Obviamente dichas opiniones serán subjetivas, pero compáralas con los datos factuales que se dan en la Parte 4.

Tu profesor tiene una lista de las clases de otros países que están estudiando la misma unidad de trabajo.

The image shows two pages of a questionnaire form. The top page is labeled 'page 1' and 'exchange form'. It is titled 'Science across Europe Acid rain questionnaire'. It contains fields for 'Date', 'To (teachers' name)', 'School', and 'Address'. Below these fields is a paragraph: 'We understand that your class is studying the problem of acid rain over Europe. We would like to exchange opinions about the causes and effects of acid rain - and who is to blame for it. We enclose the opinions of our class in answer to the four questions in the unit.' Below this paragraph are fields for 'From', 'School', 'Address', 'Tel', and 'E-mail'. There are also small fields for 'Fax'. At the bottom left, it says 'Acid rain over Europe' and at the bottom right, 'Acid rain over Europe [EN] © ASE 1991'. The bottom page is labeled 'page 2' and 'exchange form'. It is titled 'The problem of acid rain in our country'. It contains four numbered questions: '1 The environmental problem of acid rain in our country is:', '2 The effects of acid rain that people are worried about:', 'We believe that the acid that affects our country is produced by:', and 'actions being taken to solve the acid rain problem are:'. At the bottom left, it says 'over Europe' and at the bottom right, 'Acid rain over Europe [EN] © ASE 1991'.

## Parte 4 Observando los hechos

### Sección de datos

Tabla 1. *Importación/exportación de azufre entre países europeos 1000 toneladas de azufre per año. (promedio 1991-1992)*

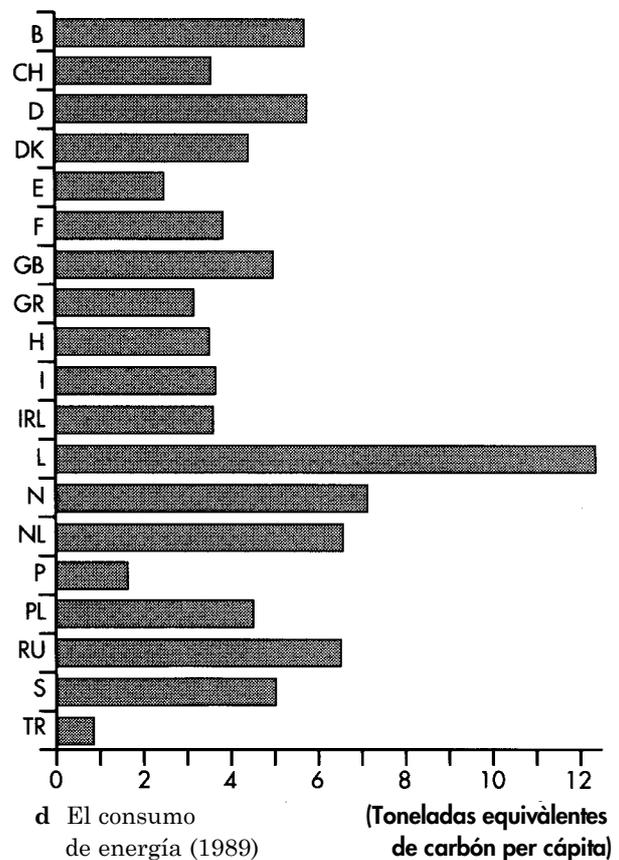
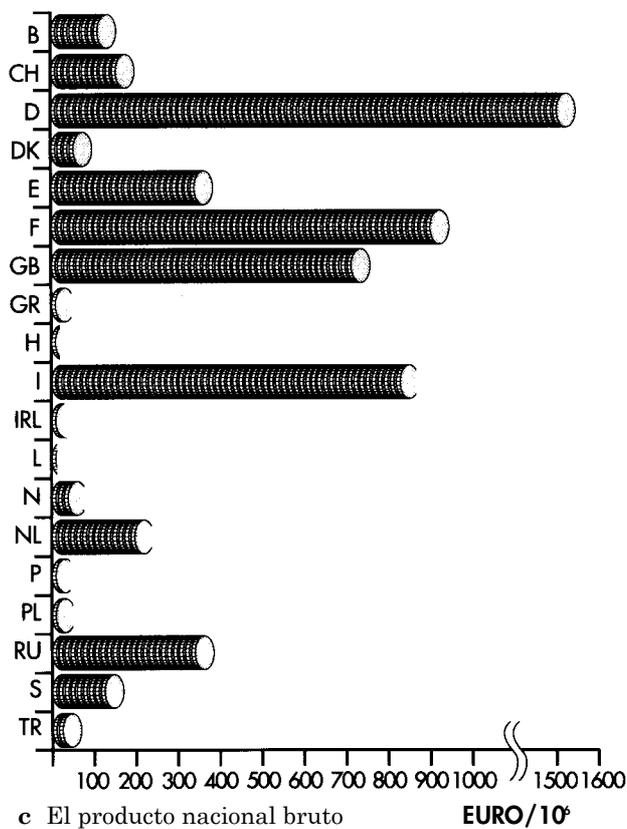
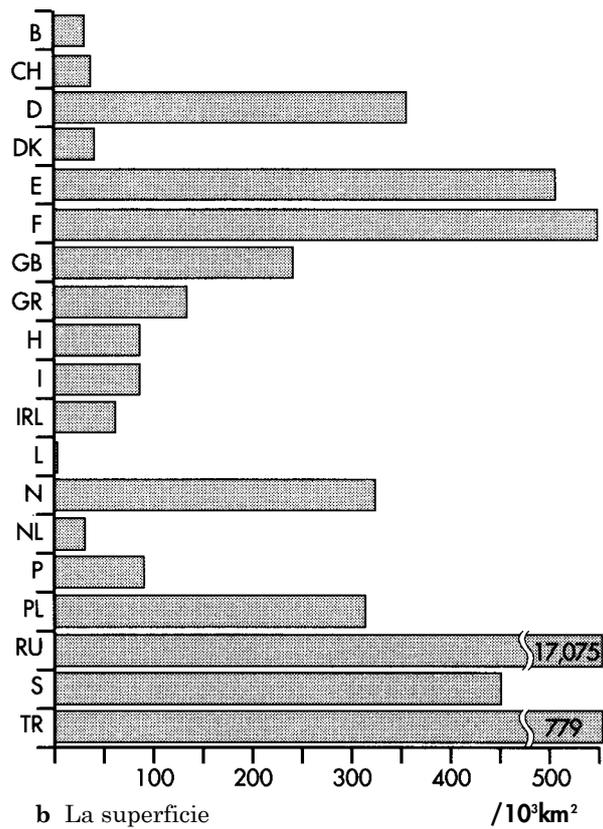
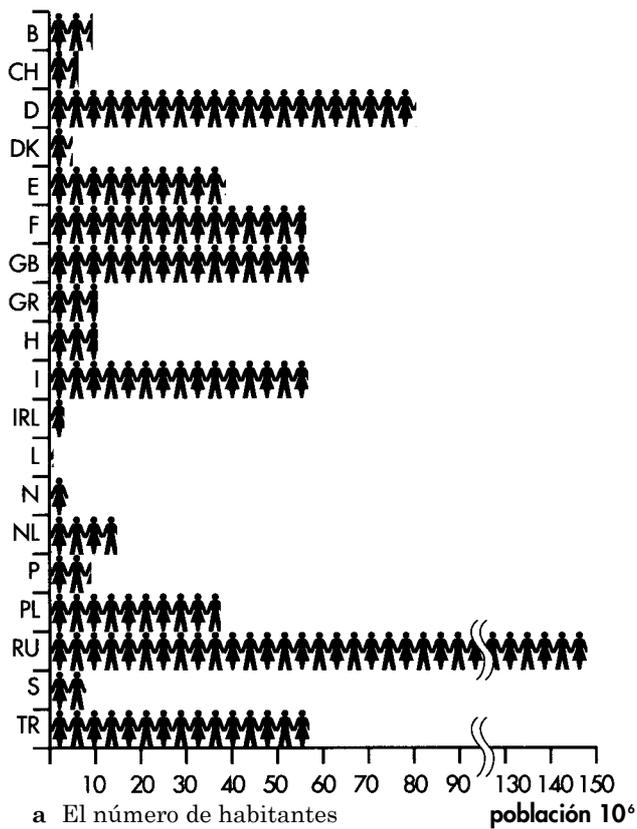
Source: *EMEP/IMSC-W Report 1993*

|               | exportación de |          |            |           |            |            |            |           |            |            |           |          |          |           |           |            |            |           |           |  |
|---------------|----------------|----------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|--|
|               | B              | CH       | D          | DK        | E          | F          | GB         | GR        | H          | I          | IRL       | L        | N        | NL        | P         | PL         | RU         | S         | TR        |  |
| importación a |                |          |            |           |            |            |            |           |            |            |           |          |          |           |           |            |            |           |           |  |
| <b>B</b>      | <b>44</b>      | 0        | 12         | 0         | 1          | 14         | 11         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0        | 0        | 3         | 0         | 1          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>CH</b>     | 1              | <b>8</b> | 11         | 0         | 2          | 11         | 4          | 0         | 1          | 19         | 0         | 0        | 0        | 0         | 0         | 1          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>D</b>      | 29             | 2        | <b>912</b> | 5         | 5          | 55         | 56         | 0         | 6          | 10         | 1         | 2        | 0        | 13        | 0         | 36         | 0          | 1         | 0         |  |
| <b>DK</b>     | 1              | 0        | 12         | <b>14</b> | 0          | 1          | 10         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0        | 0        | 1         | 0         | 4          | 0          | 1         | 0         |  |
| <b>E</b>      | 2              | 0        | 9          | 0         | <b>313</b> | 14         | 9          | 0         | 1          | 5          | 0         | 0        | 0        | 1         | 10        | 2          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>F</b>      | 21             | 2        | 59         | 1         | 34         | <b>228</b> | 40         | 0         | 3          | 27         | 1         | 1        | 0        | 4         | 1         | 8          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>GB</b>     | 5              | 0        | 18         | 1         | 2          | 10         | <b>521</b> | 0         | 0          | 0          | 8         | 0        | 0        | 3         | 0         | 4          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>GR</b>     | 0              | 0        | 4          | 0         | 0          | 1          | 1          | <b>41</b> | 4          | 3          | 0         | 0        | 0        | 0         | 0         | 3          | 1          | 0         | 2         |  |
| <b>H</b>      | 1              | 0        | 20         | 0         | 0          | 2          | 2          | 0         | <b>133</b> | 5          | 0         | 0        | 0        | 0         | 0         | 16         | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>I</b>      | 2              | 2        | 27         | 0         | 7          | 16         | 6          | 1         | 11         | <b>290</b> | 0         | 0        | 0        | 1         | 0         | 10         | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>IRL</b>    | 0              | 0        | 2          | 0         | 0          | 1          | 11         | 0         | 0          | 0          | <b>21</b> | 0        | 0        | 0         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>L</b>      | 0              | 0        | 1          | 0         | 0          | 1          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | <b>1</b> | 0        | 0         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>N</b>      | 1              | 0        | 17         | 3         | 0          | 2          | 25         | 0         | 1          | 0          | 1         | 0        | <b>6</b> | 1         | 0         | 7          | 8          | 2         | 0         |  |
| <b>NL</b>     | 11             | 0        | 21         | 0         | 0          | 7          | 20         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0        | 0        | <b>16</b> | 0         | 1          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>P</b>      | 0              | 0        | 0          | 0         | 12         | 1          | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0        | 0        | 0         | <b>23</b> | 0          | 0          | 0         | 0         |  |
| <b>PL</b>     | 6              | 0        | 270        | 5         | 1          | 10         | 20         | 0         | 16         | 3          | 1         | 0        | 0        | 3         | 0         | <b>500</b> | 4          | 1         | 0         |  |
| <b>RU</b>     | 3              | 0        | 71         | 6         | 1          | 5          | 18         | 1         | 15         | 3          | 0         | 0        | 1        | 2         | 0         | 86         | <b>880</b> | 6         | 4         |  |
| <b>S</b>      | 3              | 0        | 33         | 11        | 0          | 3          | 22         | 0         | 1          | 0          | 1         | 0        | 2        | 2         | 0         | 14         | 6          | <b>23</b> | 0         |  |
| <b>TR</b>     | 0              | 0        | 7          | 0         | 0          | 1          | 1          | 8         | 5          | 2          | 0         | 0        | 0        | 0         | 0         | 6          | 4          | 0         | <b>58</b> |  |

Los números en negrita muestran cuanta deposición es lo que cae en el propio país donde se produce.

|            |                      |           |              |           |               |
|------------|----------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| <b>B</b>   | Bélgica              | <b>L</b>  | Luxemburgo   | <b>E</b>  | España        |
| <b>DK</b>  | Dinamarca            | <b>NL</b> | Países Bajos | <b>GB</b> | Grran Bretaña |
| <b>F</b>   | Francia              | <b>N</b>  | Noruega      | <b>S</b>  | Suecia        |
| <b>GR</b>  | Grecia               | <b>P</b>  | Portugal     | <b>D</b>  | Alemania      |
| <b>H</b>   | Hungría              | <b>PL</b> | Polonia      | <b>TR</b> | Turquía       |
| <b>IRL</b> | República de Irlanda | <b>RU</b> | Rusia        |           |               |
| <b>I</b>   | Italia               | <b>CH</b> | Suiza        |           |               |

Figura 3 El número de habitantes, la superficie, el producto nacional bruto, el consumo total de energía para algunos países europeos.



Fuentes: World Development Report 1993, Partes a-c  
Phillips World Handbook 1993. Parte d.

## Cuestiones

Puedes utilizar los datos de la sección de datos, para ayudarte a responder estas cuestiones.

- 1 *En el mapa 1 puedes ver cuanto azufre (principalmente en forma de SO<sub>2</sub>) se deposita sobre Europa. ¿En qué países las deposiciones son mayores? Sugiere razones para ello.*
- 2 *En la tabla 1 puedes ver cuanto azufre (especialmente como SO<sub>2</sub>) se transporta hacia dentro y fuera de los diferentes países europeos.*
  - a *Qué tres países son los mayores productores de SO<sub>2</sub>?*
  - b *Observa la tabla 1. ¿Como se comporta tu país en la 'exportación/importación' de azufre?*
- 3 *El transporte de azufre (y de otros contaminantes) a otros países depende de los vientos predominantes. ¿Puedes encontrar un ejemplo de ello en la tabla 1 ?*
- 4 *Se pueden hacer un cierto número de cosas para el control de la acidez del medio. Las propuestas que se dan a continuación, ¿crees que serían*
  - a *efectivas?*
  - b *aceptables en un estado democrático teniendo en cuenta que podrían incrementar el precio de la electricidad?*
    - 1 Abandonar el carbón como fuente de energía.
    - 2 Utilizar sólo electricidad como fuente de energía.
    - 3 Hacer los automóviles mucho más caros.
    - 4 Obligar a una velocidad máxima de 100 km/h para los automóviles.
    - 5 Utilizar más energía nuclear para producir electricidad.
    - 6 En los países donde el carbón es alto en azufre, importar carbón de bajo contenido en azufre.
    - 7 Neutralizar los humos que escapan de las centrales térmicas de electricidad (y otras grandes industrias). Esto haría la electricidad más cara.
    - 8 Obligar a instalar convertidores catalíticos en todos vehículos a motor, lo que haría más caro el transporte por automóvil.

5 La figura 3 podemos ver la energía total utilizada en varios países europeos. En la tabla 1 los números subrayados muestran cuanta deposición es 'de producción casera', en otras palabras lo que cae en el propio país donde se produce.

- a ¿Qué relación encuentras entre estos dos números?
- b ¿Como puedes explicar esta relación?
- c Si observas detenidamente estos números podrás ver que la relación no es perfecta. Compara por ejemplo, Italia y Alemania. ¿Puedes explicar como el mayor uso total de energía no siempre produce más deposición de azufre?

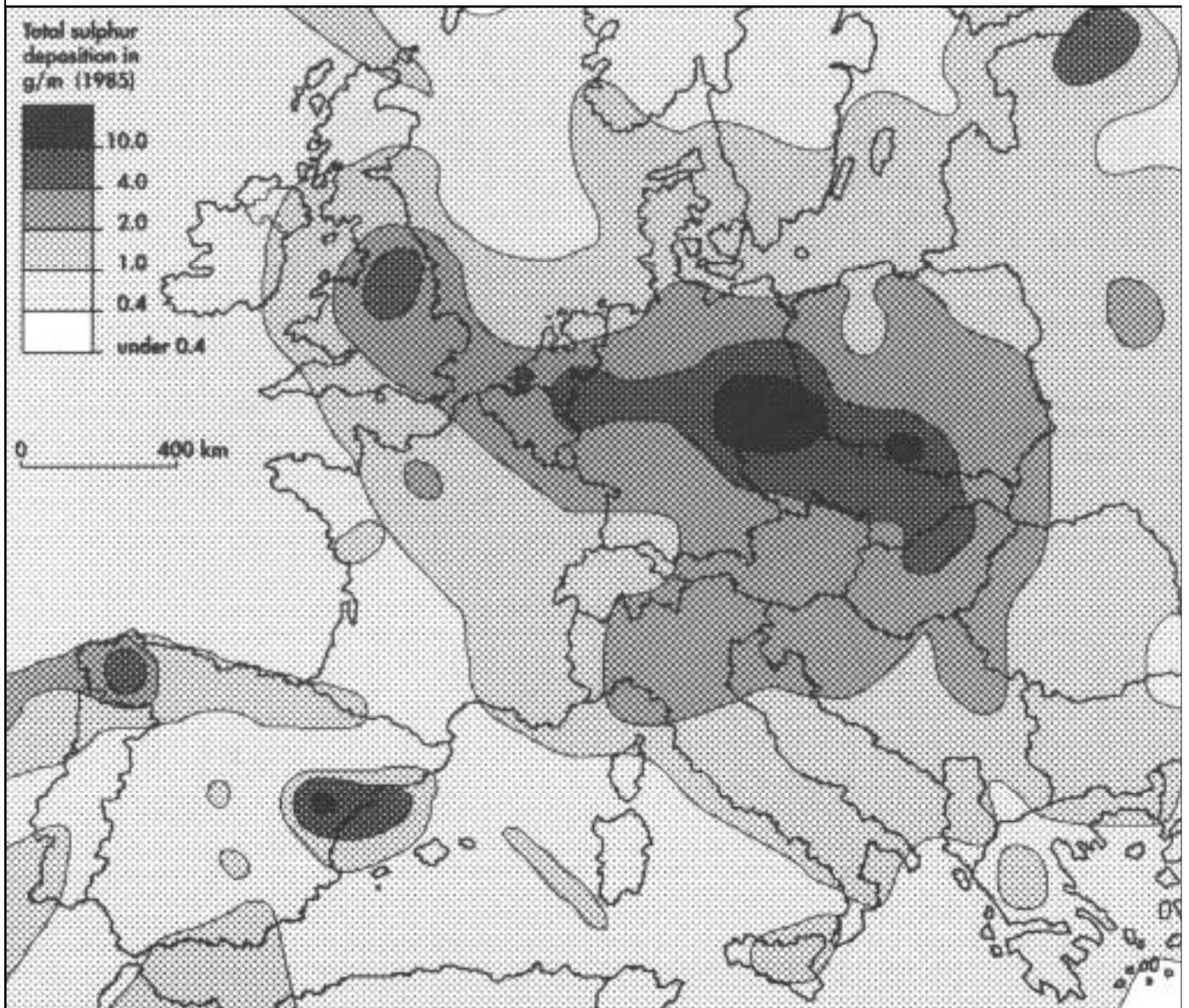
6 En el mapa 2 puedes ver los valores promedios del pH del agua de lluvia en diferentes lugares de Europa. Recuerda que el pH del agua no contaminada varía de 5.5 a 7.7.

- a ¿Por qué el pH del agua sin contaminar no siempre es 7?
- b ¿Hay aquí un modelo que relacione la acidez del agua de lluvia (mapa 2) y la deposición del azufre (mapa 1)? Explica este modelo.

7 ¿En qué orden de importancia colocarías la acidificación del medio en comparación a los siguientes problemas ambientales:

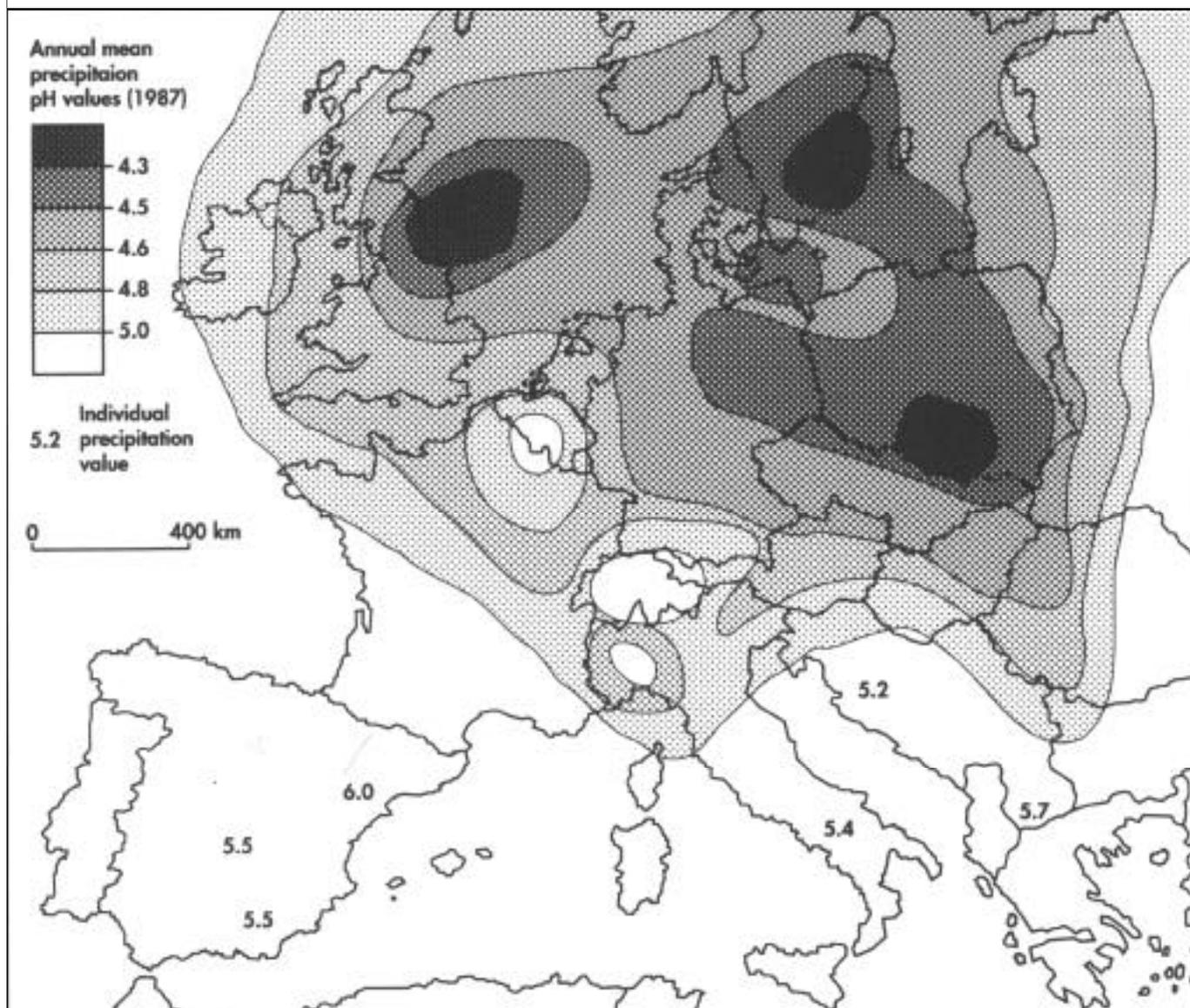
- 1 La contaminación de los suelos por los fertilizantes, estropeando el suministro de agua.
- 2 El incremento de los residuos domésticos.
- 3 El incremento del tráfico rodado: más carreteras, más ruidos, más congestión
- 4 El aumento de  $\text{CO}_2$  y de otros gases en la atmósfera, que provocan 'el efecto invernadero', lo cual produce un aumento de la temperatura de la tierra.
- 5 El daño causado en la capa de ozono, producido por los compuestos fluorocarbonados (CFCO, procedente, por ejemplo, los aerosoles.
- 6 La destrucción de los bosques.

Mapa 1 *La deposición de azufre en g/m<sup>3</sup> (1985)*



Source: EMEPReport MSC-W 2/89

Mapa 2 Valores medios anuales del pH de las precipitaciones (1987)



Mapa 3 *Los países de Europa*

