

LIMIAR

Galicia é unha potencia mundial en acuicultura grazas ao cultivo extensivo de mexillón que se realiza en máis de 3.300 bateas fondeadas nas rías de Vigo, Pontevedra, Arousa, Muros e Ares. Na actualidade extraense máis de 250.000 toneladas de mexillón fresco cada ano, que representan o 40% da produción europea e o 15% da mundial. Esta actividade factura anualmente por riba dos 100 millóns de euros e proporciona traballo, entre directo e indirecto, a preto de 20.000 persoas.

Se a pesca no mar se asemella á caza en terra, o cultivo de mexillón en cordas suspendidas nas rías corresponderíase coa agricultura: sementar, labrar e colleitar. Nada que ver coa acuicultura intensiva de peixes, ben en tanques sobre terra ben en gaiolas no mar, que semellan gando estabulado alimentado con penso. Os primeiros vestixios de actividade agrícola e gandeira nas terras de Galicia datan do neolítico (4000–2000 anos a. C.). Pola contra, a primeira batea fondeouse na Ría de Arousa no ano 1945, cando o marqués de Aranda, propietario de Viveros del Rial se decidiu por cultivar mexillóns en cordas suspendidas no mar. O cultivo de peixes en tanques comezou en datas aínda máis recentes: en 1982. Miles de anos de cultivo de especies vexetais e animais terrestres fronte a menos dun século de explotación de especies mariñas cultivadas, que serán a principal despensa de proteínas para as vindeiras xeracións.

As bateas forman parte da paisaxe das nosas rías; Arousa semella un mar de bateas. Mais... por que as rías son un ecosistema no que deu tan bo resultado o cultivo de mexillón en cordas suspendidas? É doado cultivar mexillón con este método? Como se fai? Que riscos ten? Que se fai co mexillón unha vez se colleita das cordas?...

O obxectivo desta unidade didáctica, A CIENCIA DO MEXILLÓN, é dar resposta a estas preguntas dende unha perspectiva científica e tecnolóxica adaptada ao nivel de coñecemento do alumnado da educación secundaria obrigatoria e bacharelato. A unidade estrutúrase en 12 fichas que buscan espertar o interese, facilitar a adquisición dos coñecementos e mostrar, con exemplos e experiencias, como é o traballo dos científicos.

Para elaborala contouse coa colaboración de expertos en xeomorfoloxía, en oceanografía física, química e biolóxica e na contaminación das rías, en fisioloxía e cultivo do mexillón en batea, na súa transformación e comercialización, e no aproveitamento dos refugallo xerados na devandita transformación. Persoal científico e técnico do Instituto de Investigacións Mariñas (CSIC), a Universidade de Vigo, o Centro Oceanográfico de Vigo (IEO) e a Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados y Mariscos (ANFACO–CECOPECA) participaron nesta iniciativa. O asesoramento pedagóxico dos contidos, a súa adaptación ao nivel axeitado, veu da man de profesores de secundaria que voluntariamente axudaron a mellorar considerablemente a calidade das fichas. O DVD con recursos gráficos, explicacións e propostas para apoiar os docentes, é tamén parte importante deste proxecto.

Esperamos que este traballo sirva para achegar un pouco de luz a todo aquel que se pregunte: que hai detrás dunha batea?

En Vigo, 15 de setembro de 2010
X. Antón Álvarez Salgado e Luísa Martínez Lorenzo



PRESENTACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

Introdución

Esta unidade didáctica quere achegar as ciencias e tecnoloxías mariñas implicadas no cultivo, transformación e comercialización do mexillón aos centros de ensino. O material didáctico deseñouse como recurso de apoio aos docentes nas súas clases, e está especialmente dirixido aos niveis da ESO e bacharelato.

Obxectivo xeral

Queremos dar a coñecer as bases científicas e tecnolóxicas que hai detrás da explotación comercial do mexillón *Mytilus galloprovincialis* que se cultiva en Galicia. A realización das actividades propostas permitirá ao alumnado coñecer e valorar toda a investigación, importancia ecolóxica, grao de desenvolvemento e valor social que hai detrás do mexillón galego.

Estrutura do material didáctico

A unidade didáctica está composta por 12 fichas distribuídas en 4 módulos de acordo aos contidos tratados:

- 1.- Xeoloxía e oceanografía das rías galegas.
- 2.- Ecofisioloxía e cultivo do mexillón.
- 3.- Transformación, comercialización e reciclado dos efluentes da industria do mexillón.
- 4.- Riscos naturais e antrópicos do cultivo do mexillón.

Estrutura básica de cada unha das fichas didácticas

- Pregunta inicial: vai acompañada dunha singular ilustración que apoia a cuestión formulada e quere espertar a curiosidade do alumnado sobre o tema.
- Actividade inicial: consiste nunha práctica sinxela, como por exemplo unha experiencia de laboratorio, a observación dun vídeo, unha busca en internet ou unha visita a un supermercado. O obxectivo é descubrir os coñecementos previos que posúe o alumnado sobre o tema.
- Contidos científicos: comezan partindo da pregunta ou da práctica inicial. Nos textos, os termos e definicións máis importantes aparecen resaltados. Os contidos están apoiados por elementos gráficos como esquemas, fotografías, ilustracións, etc.
- Actividade final: exercicio, práctica ou experimento sinxelo que ten como obxectivo asentar os coñecementos adquiridos.
- Conclusións: nesta sección dáselle resposta á pregunta inicial da ficha. Para axudar a reforzar os contidos, as conclusións van apoiadas por unha ilustración que trata de resumir en imaxe o aprendido. Tamén nesta sección, se dá entrada á seguinte ficha, formulando unha nova cuestión.

O modelo de aprendizaxe empregado nas fichas didácticas busca espertar o interese do alumnado pola ciencia, facendo continuas referencias ao seu contorno cotián: as rías, as correntes mariñas, os mexillóns como organismos e como alimento, as bateas, a industria conserveira, os supermercados, as mareas vermellas, etc.

Niveis educativos e obxectivos específicos

Ficha 1

Cursos aos que vai dirixida: 1º e 2º de bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Reforzar os coñecementos sobre xeoloxía (tectónica de placas, procesos de xeración e destrución da codia, etc.).
- Saber interpretar unha táboa cronoestratigráfica.
- Comprender a formación das rías galegas no contexto da historia xeolóxica do planeta.

Ficha 2

Cursos aos que vai dirixida: 1º e 2º de bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Reforzar os coñecementos sobre a física terrestre (efecto de Coriolis, rotación da Terra, etc.).
- Explicar os principais fenómenos oceanográficos que teñen lugar en Galicia: afloramento, afundimento, circulación esteárica.
- Interpretar os mapas do tempo e, a partir deles, tratar de deducir a circulación das rías.

Ficha 3

Cursos aos que vai dirixida: ESO e bacharelato

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Repasar conceptos básicos das relacións tróficas (produtores primarios, consumidores primarios e secundarios).
- Introducir as microalgas e os principais grupos: diatomeas e dinoflaxelados.
- Amosar esquematicamente en que consisten as campañas oceanográficas.
- Aprender a interpretar mapas verticais e horizontais de diferentes variables oceanográficas (temperatura, clorofila, nutrientes).
- Comprender a relación entre nutrientes, clorofila e riqueza pesqueira.
- Traballar co concepto de “produtividade” aplicado a diferentes ecosistemas.

PRESENTACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

Ficha 4

Cursos aos que vai dirixida: 4º ESO e bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Repasar as características xerais dos mexillóns como moluscos bivalvos.
- Asociar a riqueza en fitoplancto das rías galegas co xeito de alimentación dos mexillóns.
- Introducir os métodos que utilizan os científicos para estudar a alimentación dos mexillóns.
- Proporcionar ao alumnado un exercicio práctico, con datos reais, para que poida traballar cos números e reforzar o aprendido.

Ficha 5

Cursos aos que vai dirixida: 4º ESO e bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Explicar a estrutura do bisco.
- Dar a coñecer o ciclo de vida dos mexillóns coas diferentes fases larvarias.

Ficha 6

Cursos aos que vai dirixida: 4º ESO e bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Dar a coñecer os sistemas de cultivo de mexillón: bateas e liñas.
- Introducir a profesión de miticultor.
- Explicar as fases do cultivo, dende a obtención da mexilla ata a recollida dos mexillóns con talle comercial.

Ficha 7

Cursos aos que vai dirixida: 3º e 4º da ESO e bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Introducir o significado e implicacións das biotoxinas mariñas.
- Diferenciar a contaminación por biotoxinas da contaminación microbiolóxica.
- Explicar o funcionamento das depuradoras de mariscos.
- Coñecer os procesos e as técnicas de conservación implicadas nas distintas presentacións comerciais dos produtos que conteñen mexillóns.

Ficha 8

Cursos aos que vai dirixida: 2º de bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Reflexionar sobre o volume e destino das augas resultantes da cocción dos mexillóns en Galicia.
- Introducir o concepto de efluentes do procesado do mexillón: EPM.
- Afondar nas características e estrutura do glicóxeno e das proteínas.
- Explicar o proceso da eutrofización no medio acuático.
- Expoñer as principais alternativas os EPM.

Ficha 9

Cursos aos que vai dirixida: ESO e bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Introducir o concepto de cadea alimentaria.
- Explicar que é e para que serve a trazabilidade.
- Reforzar os coñecementos sobre o ADN e amosar a súa aplicación na trazabilidade.
- Reflexionar sobre a importancia da veracidade da información que aparece no etiquetado.

Ficha 10

Cursos aos que vai dirixida: 2º de bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Introducir os conceptos de axente patóxeno e organismo hospedador.
- Presentar as principais metodoloxías de diagnóstico parasitolóxico.
- Amosar exemplos de parasitos de bivalvos.
- Introducir a técnica de bioloxía molecular da PCR.

PRESENTACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

Ficha 11

Cursos aos que vai dirixida: 3º e 4º da ESO e bacharelato. Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Reflexionar sobre o estado das nosas costas.
- Introducir os termos de contaminación e polución.
- Presentar os principais contaminantes en Galicia e as análises que se realizan para determinar a súa presenza.
- Definir que é un organismo bioindicador.

Ficha 12

Cursos aos que vai dirixida: 3º e 4º da ESO e bacharelato.

Obxectivos específicos referidos a conceptos e valores:

- Explicar que son as mareas vermellas.
- Repasar que é o fitoplancto e os principais grupos: diatomeas e dinoflaxelados.
- Coñecer que son as toxinas: tipos máis comúns e efectos que producen.
- Amosar a relación ente as condicións oceanográficas das rías e o crecemento das especies produtoras de biotoxinas.

Áreas curriculares de aplicación

ESO: Ciencias da Natureza, Tecnoloxía, Ciencias Medioambientais e da Saúde.

Bacharelato: Ciencias para o Mundo Contemporáneo, Bioloxía e Xeoloxía, Física e Química, Ciencias da Terra e Ambientais.

Relación cos eixes transversais

A educación en valores, que fomente o desenvolvemento moral do alumnado e a configuración da súa personalidade como individuos sensibilizados co medio mariño que lles rodea, é tamén un importante obxectivo deste proxecto.

Unha vez rematada esta unidade didáctica o alumnado terá que ser quen de:

- a) Coñecer o ecosistema das rías e valorar as súas especiais características.
- b) Comprender a bioloxía do mexillón e o éxito do seu cultivo en bateas.
- c) Reflexionar sobre as distintas formas que existen de conservar e consumir mexillóns.
- d) Reflexionar sobre a necesidade de recuperación dos efluentes e a súa posible influencia na economía local.
- e) Debater sobre as posibles causas dos riscos que ameazan o cultivo do mexillón en Galicia e achegar solucións e alternativas.
- f) Reflexionar sobre a necesidade de manter limpas as nosas rías e analizar as consecuencias do desenvolvemento urbano e industrial asociado a elas.
- g) Saber traballar de forma individual e tamén en grupo.

Temporalización

Como media, considérase que son necesarias dúas sesións de cincuenta minutos para cada ficha. En calquera caso, o tempo dependerá da complexidade do tema seleccionado e do nivel do alumnado.

Avaliación

1. Inicial:

Valoraranse os coñecementos previos que teña o alumnado sobre o mexillón mediante as actividades propostas na UD.

2. Formativa:

- a) Realización e seguimento das actividades formuladas.
- b) Corrección dos traballos realizados na aula e tamén dos que se leven a cabo fóra do centro de ensino (casa, supermercado, biblioteca, etc.).
- c) Nivel de participación e de contribución con comentarios e ideas durante o desenvolvemento de todas as actividades.

3. Sumativa:

- a) Nivel ou grao de manifestación dunha concienciación sobre as implicacións sociais, económicas e do medio natural relacionadas co mexillón.
- b) Participación individual e colectiva.
- c) Capacidade de reflexión e análise sobre os temas e problemas presentados.
- d) Nivel de adquisición dos coñecementos.

PRESENTACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

Materiais necesarios

Funxibles: material variado de librería en xeral. Ocasionalmente, materiais básicos de laboratorio que estarán especificados na ficha correspondente.

Non funxibles: ordenadores con conexión a internet, fotocopiadora, canón de vídeo, enciclopedias, libros de consulta e de ampliación.

Bañábanse os
homes e as mulleres
de finais do paleolítico
nas Rías Baixas?



Existían as praias de Boiro, Portonovo, Samil, etc. hai 18.000 anos, a finais do paleolítico? Bañábanse os nosos devanceiros nas praias tal como hoxe as coñecemos?

■ Actividade inicial

Para poder contestar a estas preguntas hai que comprender a **historia xeolóxica** de Galicia e situar nela o período do **paleolítico**. A maior parte desta información está condensada en **táboas cronoestratigráficas**, que relatan a historia da Terra recollendo os fenómenos xeolóxicos e acontecementos máis salientables.

Fagamos un repaso dalgúns destes fenómenos xeolóxicos identificándoos nos seguintes debuxos:

- **Bacía oceánica**
 - Zona de destrución de codia oceánica
 - Codia terrestre
- Inicios da xeración dunha cadea montañosa
 - Zona de xeración de codia oceánica
 - Zona de diverxencia
 - Cadea montañosa formada

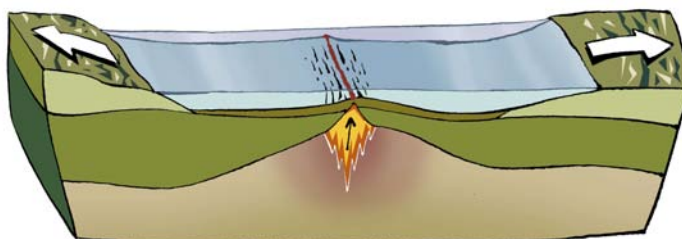


fig. 1.1 a

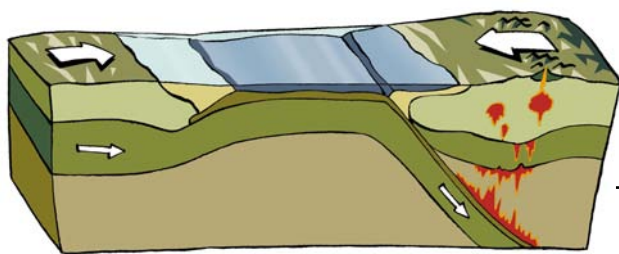


fig. 1.1 b



fig. 1.1 c

Despois deste repaso podemos seguir co resto da ficha. Para entender mellor a historia xeolóxica de Galicia vas necesitar a táboa cronoestratigráfica que atoparás no DVD. Imprimea e fíxate que ten espazos baleiros. Terás que prestar atención ao texto e ir enchendo a táboa, coas palabras que aparezan marcadas en cor azul.

■ Vexamos a resposta

A nosa historia xeolóxica é moi complexa debido á posición que ocupamos, xunto ao resto da península ibérica, na distribución da **tectónica de placas**. Atopámonos na actualidade entre as placas africana, eurasiática e norteamericana.

A continuación veremos como no pasado estivemos sometidos a procesos de colisión de placas, apertura de océanos, ascensos e descensos do nivel do mar, etc.

Que é unha ría?

Unha ría é o resultado da inundación polo mar dun val fluvial. A formación das rías, tal como as coñecemos hoxe, divídese en dúas fases: a **fase tectónica (1)** e a **fase de afundimento (2)**.

(1) FASE TECTÓNICA:

Ao longo da historia xeolóxica do planeta as masas continentais foron cambiando de posición debido á tectónica de placas:

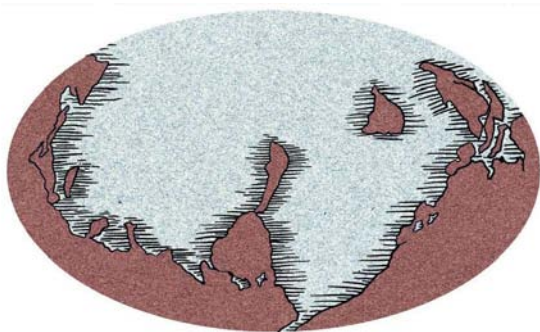


fig. 1.2

- Hai uns 600 millóns de anos, Galicia era parte dun único supercontinente chamado **PANGAEA I** (do grego “toda a Terra”) (fig. 1.2).

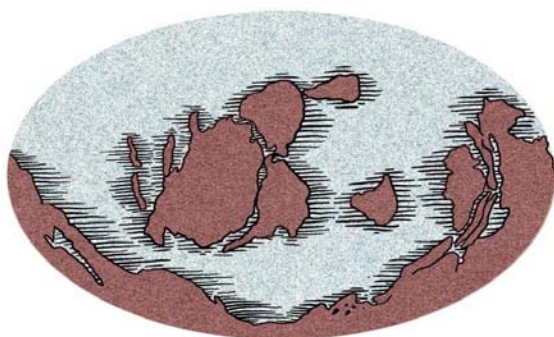


fig. 1.3

- Entre 570 e 440 millóns de anos atrás (do **CÁMBRICO** ao **ORDOVÍCICO**), este supercontinente foise fragmentando en diferentes placas continentais.
- Estas placas, ao separárense, deixaron entre elas uns espazos afundidos que son o que hoxe coñecemos como **bacías oceánicas**. Nestas bacías foise depositando gran cantidade de materiais provenientes da erosión dos continentes. Isto tivo lugar entre 440 e 365 millóns de anos atrás (**SILÚRICO-DEVÓNICO**) (fig. 1.3).

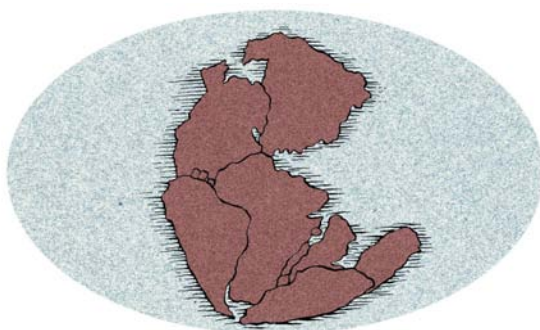


fig. 1.4

- Entre 365 e 245 millóns de anos atrás (**CARBONÍFERO-PÉRMICO**) produciuse a formación do supercontinente **PANGAEA II** por colisión dun gran número de masas continentais (fig. 1.4). Isto levou ao peche das bacías oceánicas, afectando aos sedimentos depositados nelas, que sufriron transformacións e deformacións importantes ao chocar contra as masas continentais. (fig. 1.1b e 1.1c).

Como resultado destes procesos (que constitúen a **oroxénese hercíniana**) formouse na zona da microplaca ibérica unha gran cadea de montañas por colisión (fig. 1.1c).

Esta cadea fragmentouse posteriormente, podéndose seguir hoxe en día de forma descontínua dende o noroeste de África ata Escandinavia (polo leste) e dende o golfo de México ata o leste dos Estados Unidos (polo oeste) (fig. 1.5).

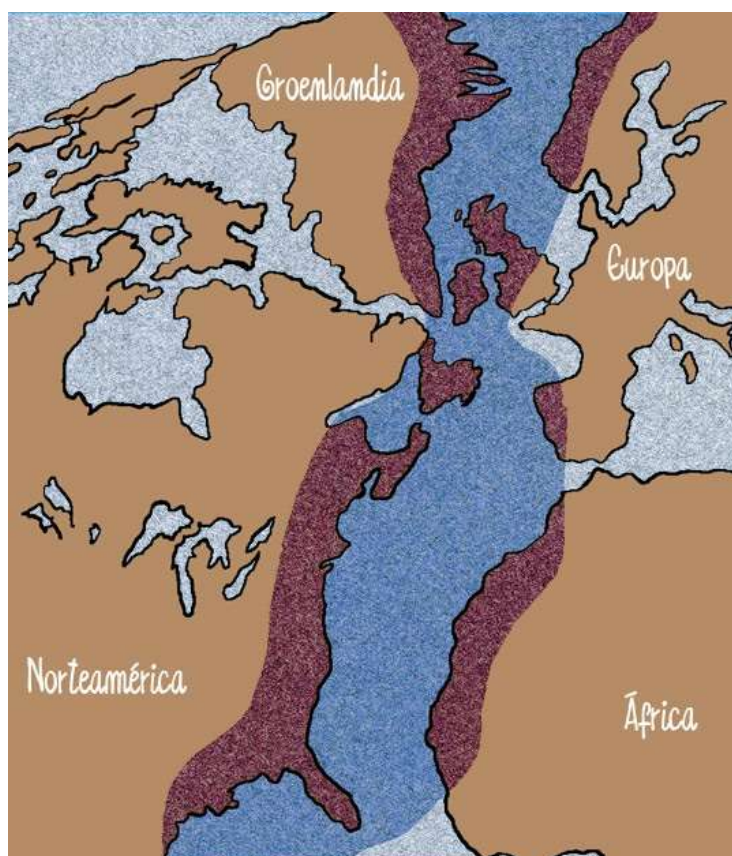


fig. 1.5

Na derradeira fase da oroxénese hercíniana produciuse unha importante fractura do macizo montañoso con direccións NO-SL (noroeste-sueste), NL-SO (noreste-suroeste) e N-S (norte-sur) (fig. 1.6), debido á dilatación e expansión das rochas rixidas ao rematar as fases de compresión e pulo.



fig. 1.6

Podemos afirmar que hai 300 millóns de anos tiñamos en Galicia unha cadea de montañas máis alta ca a actual cadea do Himalaia. Hoxe en día tan só vemos as raíces daquelas enormes montañas.

A seguinte secuencia gráfica ilustra o porqué:

O efecto combinado da erosión e do **axuste isostático** nestas enormes montañas producen o adelgazamento da codia continental.

Na figura 1.7a, as montañas son novas e a codia continental é máis grossa.

Nas figuras 1.7b e 1.7c pódese ver que, a medida que a erosión desgasta as montañas, a codia vai perdendo grosor e polo tanto se eleva como resposta á perda de carga.

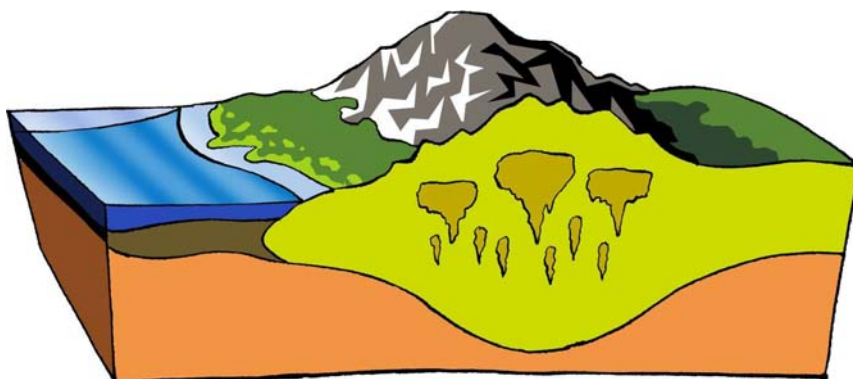


fig. 1.7a

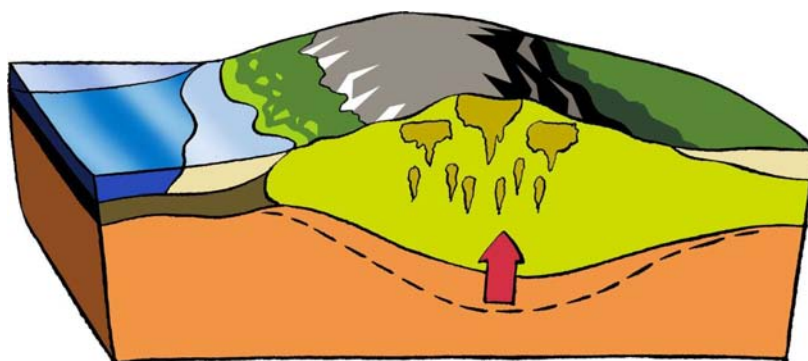


fig. 1.7b

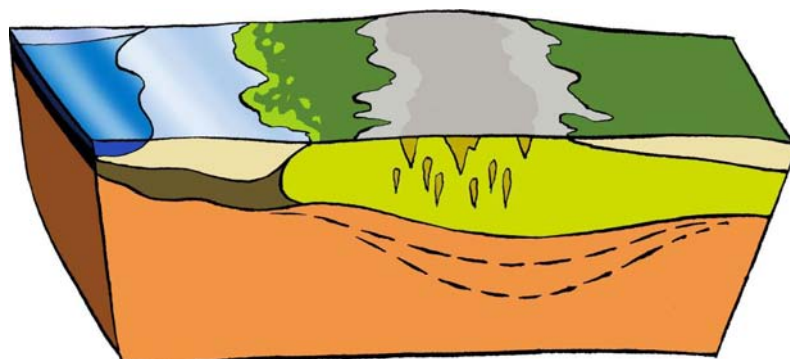


fig. 1.7c