

A CIENCIA DO MEXILLÓN

Ciencias e tecnoloxías mariñas implicadas
no cultivo, transformación e
comercialización do mexillón (*Mytilus galloprovincialis*).

Coordinadores:

Xosé Antón Álvarez Salgado e Luisa Martínez Lorenzo

Autores

Aída Fernández Ríos, Antonio Figueras Huerta, Beatriz Novoa García, Camino Gestal Mateo , Carmen González Castro
Carmen González Sotelo, Gabriel Rosón Porto, Irene Alejo Flore, Jorge Lago Alvarado, José Manuel Fernández Babarro
Laura García Peteiro , Laura Pastoriza Enriquez , M^a José Fernández Reiriz , M^a Victoria Besada Montenegro, Marta
Bernárdez Costa , Miguel Ángel Nombela Castaño, Miguel Anxo Murado García, Pilar González Fernández, Raquel
Aranguren Ruiz, Ricardo Pérez Martín , Ricardo Prego Reboredo, Santiago Fraga Rivas, Xosé Antón Álvarez Salgado.

Asesores Pedagógicos

Javier López Bermúdez (IES As Braxas, Moaña), M^a Antonia Núñez Bembrive (IES Santa Irene, Vigo) e M^a Elena Guntiñas
Rodríguez (IES Fontiñas, Santiago de Compostela)

Colaboradores

Jorge de los Bueis Mellado, Josep M^a Alonso Ferré e Rut Gandón Bernárdez

Producción do vídeo

Manuel Enrique García Blanco, Marcos Villafin Martínez.

Deseño Gráfico

Celia Arcos

Ilustracións

Fernando Ruibal

Corrección lingüística

Interlingua, Merlin Comunicación.

Copyright (c) 2010 DIVULGAMAR (CSIC)
www.iim.csic.es

Impreso en España

INDICE

LIMIAR

PRESENTACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

RELACIÓN DE FICHAS

Módulo Xeoloxía e Oceanografía

Ficha 01

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

Irene Alejo Flores (UVIGO), Miguel Angel Nombela Castaño (UVIGO).

Ficha 02

Como se move a auga no interior das rías?

Gabriel Rosón Porto (UVIGO).

Ficha 03

Gústalles a auga fría do afloramento aos mexillóns?

Carmen González Castro (CSIC), Aida Fernández Ríos (CSIC).

Módulo Ecofisioloxía e cultivo do mexillón

Ficha 04

Como come o mexillón?

M^a José Fernández Reiriz (CSIC), Laura García Peteiro (CSIC)

Ficha 05

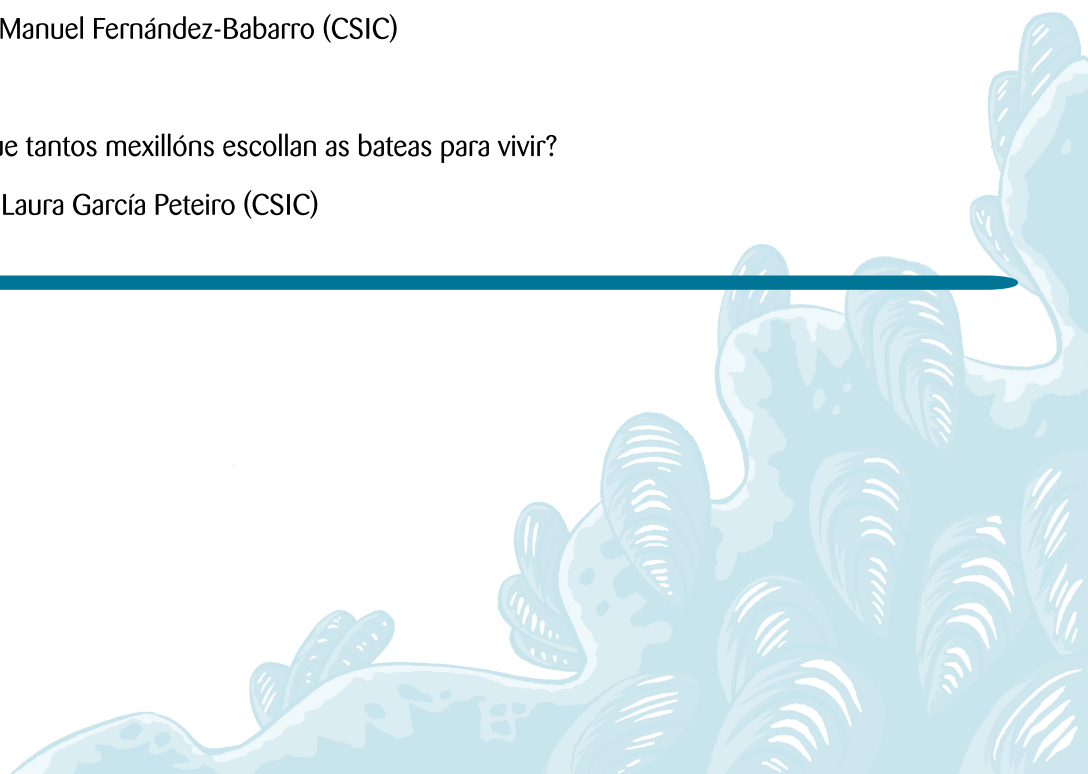
Viches algunha vez moverse un mexillón?

Laura García Peteiro (CSIC), José Manuel Fernández-Babarro (CSIC)

Ficha 06

Como conseguen os bateiros que tantos mexillóns escollan as bateas para vivir?

M^a José Fernández Reiriz (CSIC) , Laura García Peteiro (CSIC)



INDICE

Módulo Conservación, transformación, comercialización e reciclado dos efluentes do mexillón. Trazabilidade.

Ficha 07

Como chegan os mexillóns dende as bateas ata os expositores no supermercado?

Laura Pastoriza Enríquez (CSIC), Marta Bernardez Costa (CSIC), Jorge Lago Alvarado (ANFACO-CECOPESCA).

Ficha 08

A auga de cocción do mexillón é un residuo ou pódese aproveitar?

Pilar Gonzalez Fernández (CSIC), Miguel Anxo Murado (CSIC).

Ficha 09

Teñen DNI os mexillóns?

Carmen González Sotelo (CSIC), Ricardo Pérez Martín (CSIC).

Módulo Riscos naturais e antrópicos do cultivo do mexillón

Ficha 10

Acatárranse os mexillóns?

Antonio Figueras Huerta (CSIC), Raquel Aranguren Ruíz (CSIC), Camino Gestal Mateo (CSIC), Beatriz Novoa García (CSIC).

Ficha 11

Como sabemos que os mexillóns que comemos non están contaminados?

Victoria Besada Montenegro (IEO), Ricardo Prego Reboredo (CSIC).

Ficha 12

É o mar sempre de cor azul? Que son as mareas vermellas?

Santiago Fraga Rivas (IEO), Xosé Antón Álvarez Salgado (CSIC).

AVALIACIÓN

BIBLIOGRAFÍA E RECURSOS WEB

GLOSARIO

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

INFORMACIÓN DVD

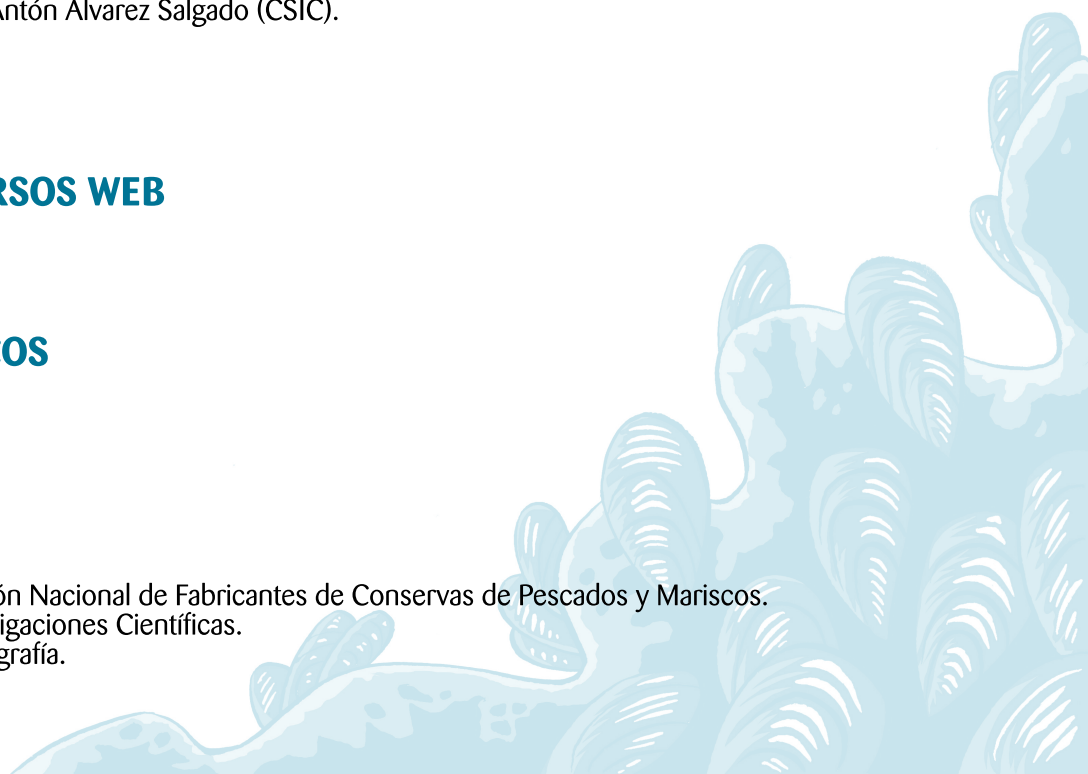
AGRADECEMENTOS

ANFACO-CECOPESCA: Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados y Mariscos.

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

IEO: Instituto Español de Oceanografía.

UVIGO: Universidade de Vigo.



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.
- Expor 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 fomenta 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

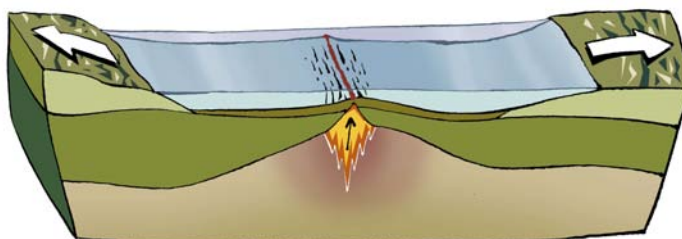


fig. 1.1 a

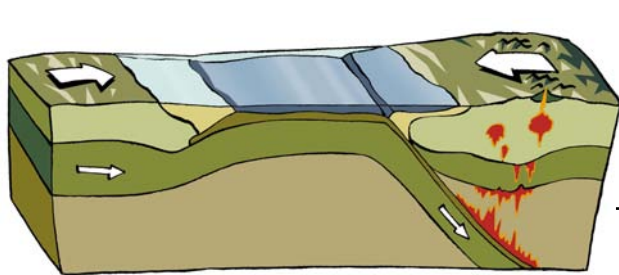


fig. 1.1 b



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:

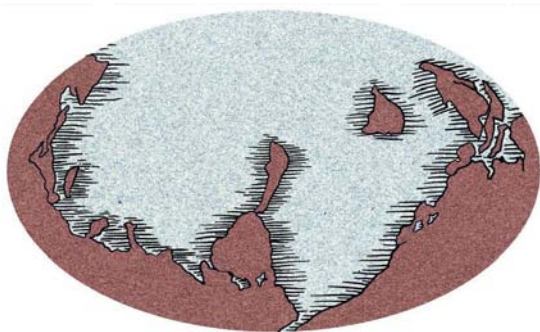


fig. 1.2

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

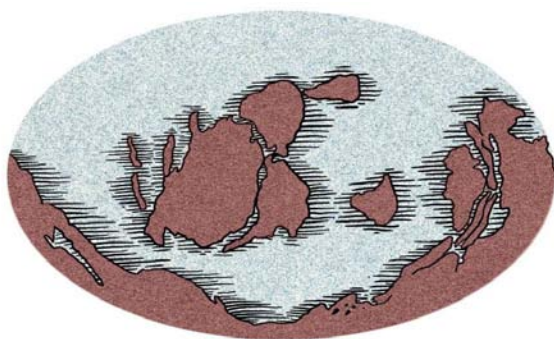


fig. 1.3

- 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).

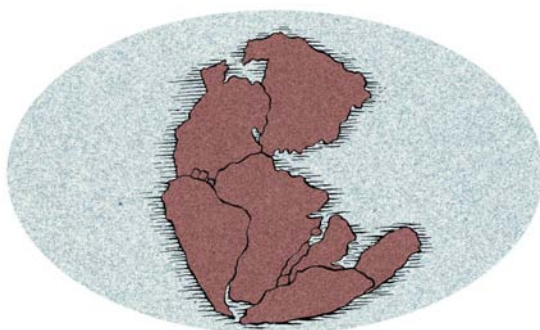


fig. 1.4

- Entre 365 e 245 millóns de anos atrás (**CARBONÍFERO-PÉRMICO**) produciuse a formación do supercontinente **PANXEA 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).

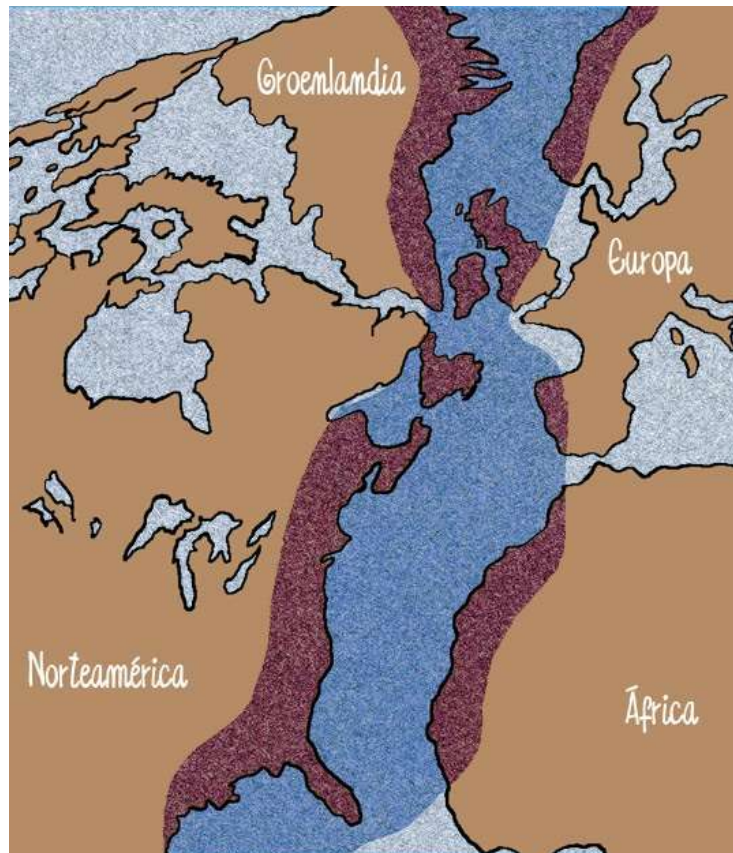


fig. 1.5

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.

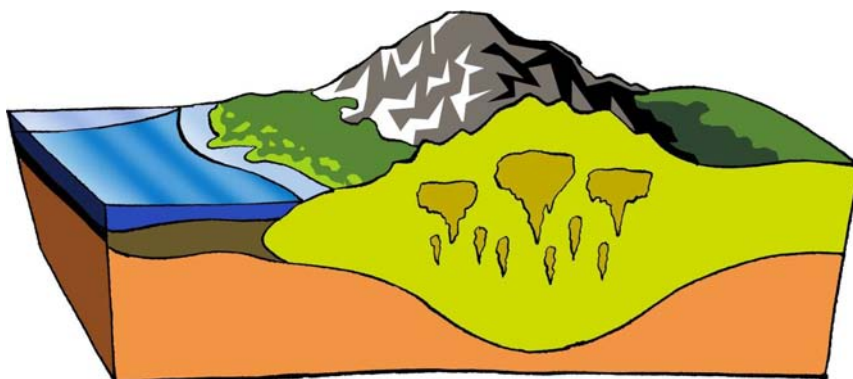


fig. 1.7a

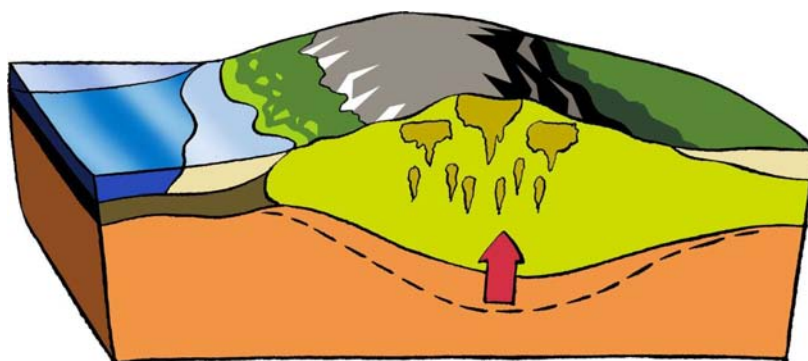


fig. 1.7b

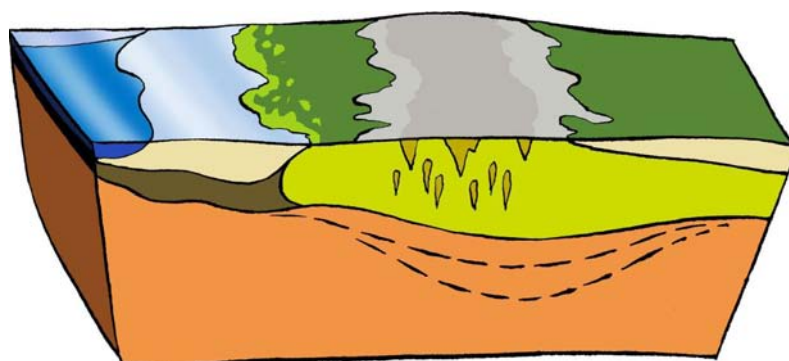


fig. 1.7c

Esta é a explicación do relevo suave e pouco elevado das montañas galegas.

Pero, polo momento, aínda non sabemos nada das rías. Sigamos coa historia xeolóxica da Terra.

- O supercontinente **PANXEA II** fracturouse entre 245 e 65 millóns de anos atrás (**TRIÁSICO-CRETÁCEO**). América do Norte e América do Sur separáronse de **Eurasia** e África, e por último creouse o océano Atlántico. Mentres isto acontecía, a gran cadea de montañas seguía sufrindo unha importante erosión (fig. 1.8).

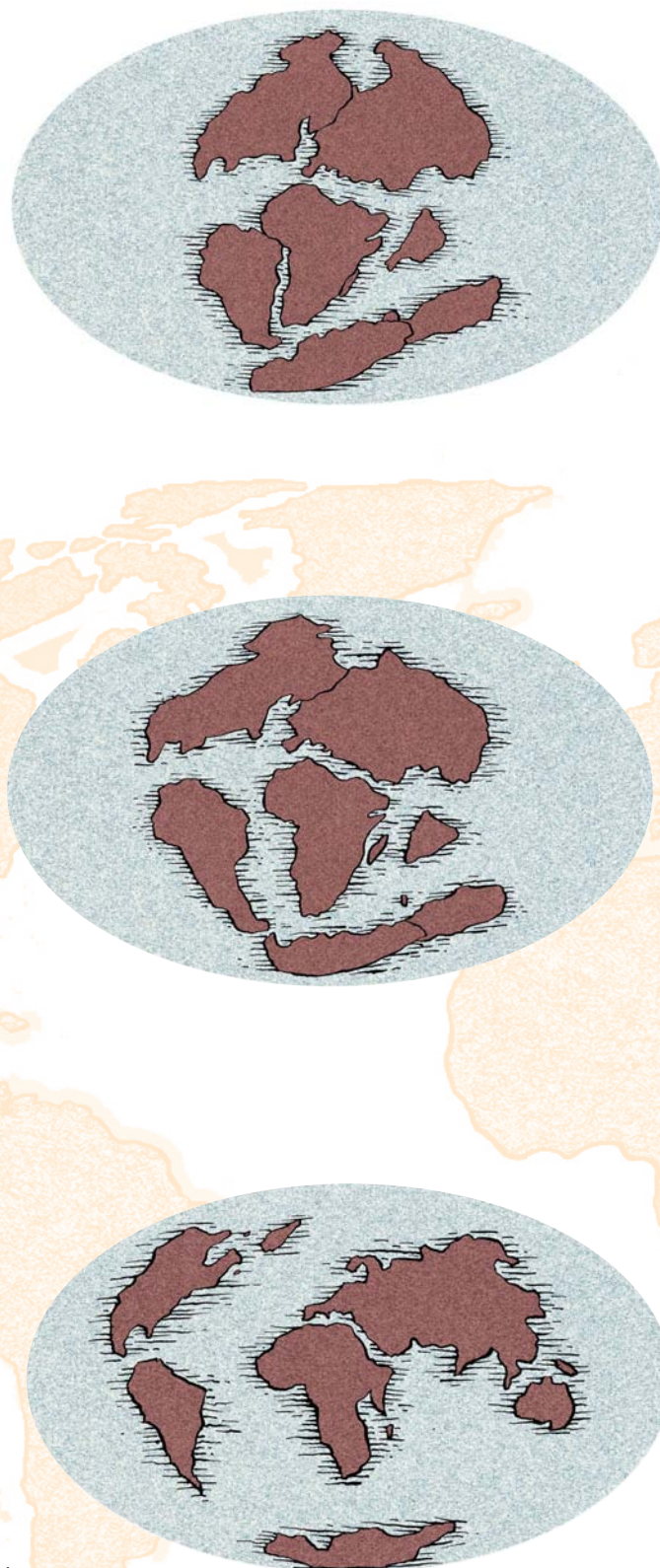


fig. 1.8

- Entre 65 e 2 millóns de anos atrás (**TERCIARIO**) produciuse a **oroxénese alpina**, na que a colisión entre a microplaca ibérica e Europa formou os Pireneos. Neste período, en Galicia, produciuse unha **reactivación tectónica**: as fracturas xa existentes da oroxénese herciniana deron lugar no contorno das Rías Baixas a un xogo de bloques levantados (zonas entre rías) e afundidos (zonas de rías) con dirección dominante NL-SO (fig. 1.9). Nestes bloques afundidos instaláronse os ríos, axudando a modelar a paisaxe.

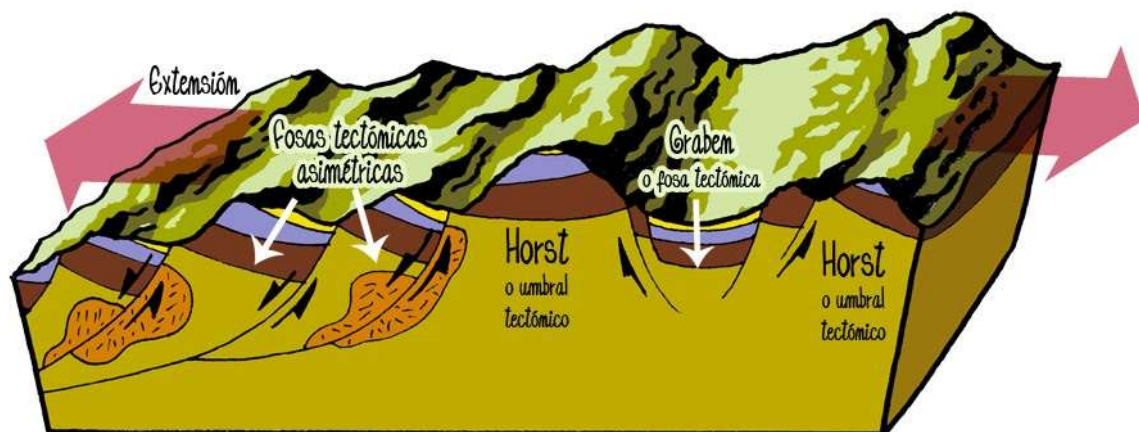


fig. 1.9

(2) FASE DE AFUNDIMENTO:

- Nos últimos 2 millóns de anos (**CUATERNARIO**), o planeta sufriu varios **períodos glaciares** asociados ao descenso do nivel do mar, seguidos de períodos cálidos (ou interglaciares) co ascenso do nivel do mar. Este período xeolóxico caracterízase tamén pola aparición dos homínidos.

O último **máximo glacial** produciuse hai 18.000 anos, ao final do paleolítico. Xa existía o ser humano e o nivel do mar estaba a uns 120 metros por debaixo da posición actual, isto é, neste período as rías non existían como tal. Existía a morfoloxía de val, pero non estaban inundadas por auga mariña, polo que non se lles podía chamar rías.

A partir dese momento o mar foi ascendendo a razón de 1 metro cada 100 anos, ata hai uns 6.000 anos, cando esta velocidade se reduciu apreciablemente dende os 5-7 metros por debaixo do nivel actual ata a súa posición tal e como hoxe a coñecemos (fig. 1.10).

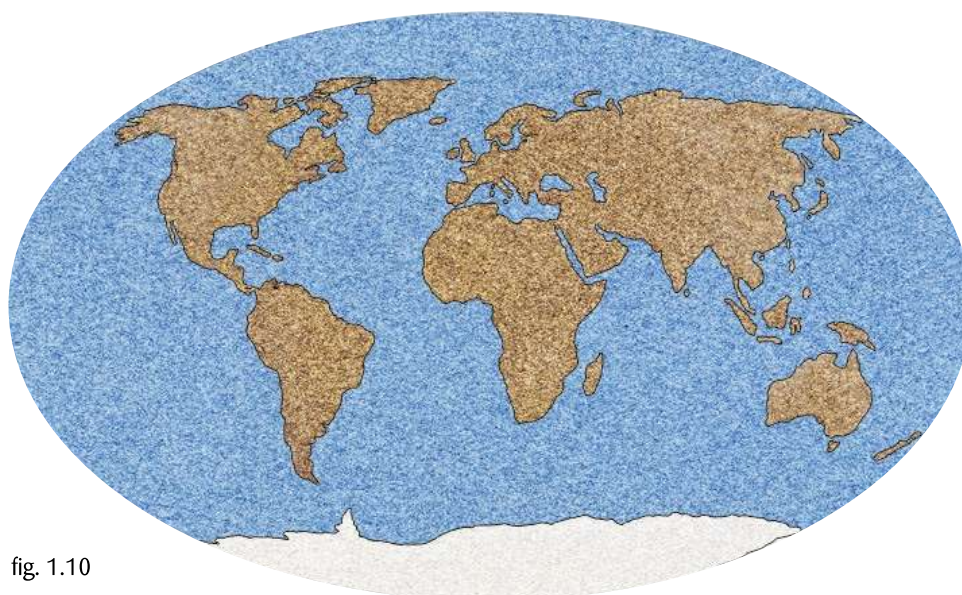


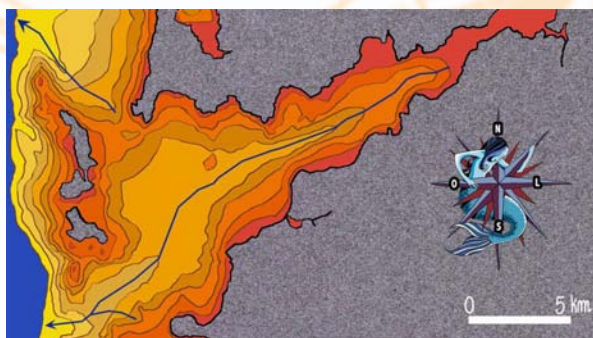
fig. 1.10

Os homes que vivían en Galicia a finais do paleolítico non podían bañarse nas rías porque non existían como hoxe as coñecemos. Ademais, atopábanse nun período frío, polo que ían abrigados con peles e coiros. A idea de bañarse na praia, como facemos nós hoxe en día, posiblemente non existía. Onde hoxe temos praias, hai 18.000 anos tiñamos fragas.

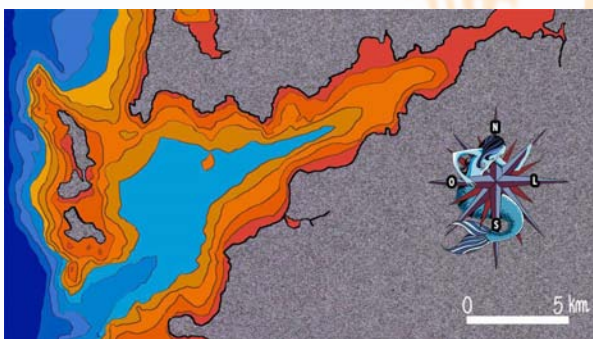
Como foi o proceso de inundación das rías?

Durante ese tempo, como os vales fluviais eran as zonas máis baixas, o nivel do mar no seu ascenso foi inundándoos. Pasouse de ter un ambiente fluvial a outro cada vez máis estuárico e mariño, dando lugar ao que hoxe coñecemos como as rías.

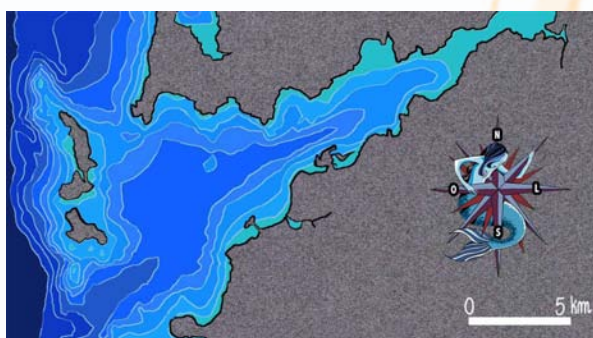
De seguido amosamos un exemplo do que aconteceu na ría de Vigo (fig. 1.11):



A Ría de Vigo hai 14.000 anos



A Ría de Vigo hai 9.000 anos



A Ría de Vigo na actualidade

fig. 1.11

■ Actividade final

Imaxina que toda a historia xeolóxica da Terra durase un día (vinte e catro horas). Mediante regras de tres e coa axuda da táboa cronoestratigráfica, completa o reloxo cos feitos xeolóxicos da formación das rías e os acontecementos mais salientables, por exemplo: Panxea I e II, desaparición dos dinosauros e aparición dos humanos.



Entón neste reloxo... a que hora se inundaron as rías?

Xa sabemos que os homes de finais do paleolítico non se podían bañar nas Rías Baixas porque hai 18.000 anos o nivel do mar estaba por debaixo de como está na actualidade. Para poderen ir darse un baño tiñan que baixar aproximadamente 120 metros para chegar ao nivel do mar. Onde hoxe temos praias, a finais do paleolítico é posible que existisen frondosas fragas.



Nesta ficha aprendemos tamén que as rías son o resultado da inundación polo mar dun val fluvial

Son daquela coma pequenos mares ou coma amplos ríos?

Como se move a auga no seu interior?

A solución a estas cuestións, na seguinte ficha.

Como se move a
auga no interior
das rías?



Como un río?
Como o océano aberto?

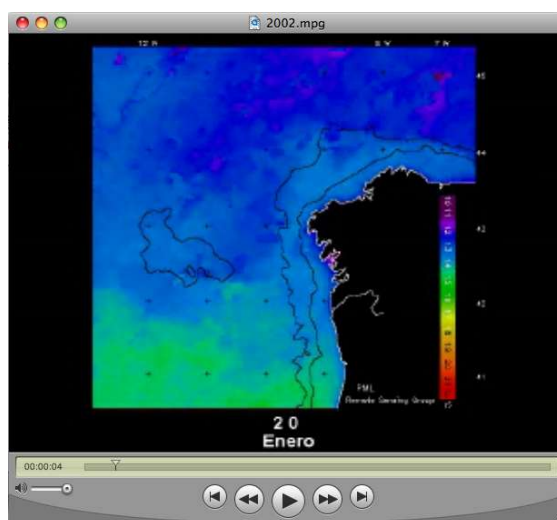
■ Actividade inicial

As rías son o resultado da inundación polo mar dun val fluvial. Este feito comezou hai 18.000 anos e reduciuse apreciablemente hai 6.000 anos. Son daquela coma pequenos mares ou coma amplos ríos? Como se move a auga no seu interior?

Para responder a estas cuestións necesitamos saber como, onde e de que xeito se produce o encontro entre as augas doces (menos densas) dos ríos que desembocan nas rías e as augas salgadas (máis densas) provenientes do océano.

As augas doces son vertidas nas rías por ríos e regatos de maior ou menor **caudal**, normalmente nas partes interiores destas.

As augas salgadas proveñen da plataforma continental. No seguinte vídeo, incluído no DVD, pódese observar, mediante sensores de temperatura por infravermellos instalados en satélites, a variación da temperatura superficial da auga na plataforma continental de Galicia durante o ano 2002. Na parte dereita da imaxe tes a escala de cores que se corresponden coas diferentes temperaturas.



Invitámoste a que vexas este vídeo e contestes ás seguintes preguntas:

- Existen variacións na temperatura superficial das augas da plataforma continental?
- Se existen, a que se poden deber?
- Cres que poden chegar a ter efectos no interior das rías?

■ Vexamos a resposta:

O movemento da auga no interior das rías, denominado **circulación estuárica**, vén determinado fundamentalmente por dous factores:

1. O vento, que inflúe sobre a capa de auga superficial (de 30 a 50 metros de grosor) que se atopa fóra das rías, na **plataforma continental**.
2. Os ríos, que verten auga doce nas rías que se mestura coa auga mariña.

O efecto combinado destes dous factores fai que a auga nas rías circule en dúas capas de diferente densidade: unha superior, menos densa polas achegas dos ríos, e outra inferior máis densa. Os movementos destas masas de auga están condicionados polo vento que sopra na plataforma continental.

Neste punto pódese pensar que estas capas se moven na dirección do vento, pero non é tan sinxelo. Cando o vento pon en movemento unha masa de auga no hemisferio norte, por mor da rotación da Terra a masa de auga desprázase cara á dereita do vento. Este fenómeno coñécese como **efecto de Coriolis**.

Deste modo a combinación do arrastre do vento sobre a superficie do mar co efecto de Coriolis transporta a capa superficial de auga nunha dirección media que se desvía 90° á dereita respecto da dirección do propio vento.

No caso das rías situadas na costa oeste de Galicia, o transporte de auga superficial dependerá, polo tanto, da dirección do vento:

- Cando sopra do sur: empuxará a auga superficial cara á terra (Fig. 2.1 e 2.2): a auga de superficie desprázase 90° á dereita do vento, dirixíndose cara á costa, o que producirá un amoreamento das augas costeiras no interior das rías. Se persiste este pulo das augas superficiais provenientes da plataforma prodúcese o **afundimento** das augas interiores.

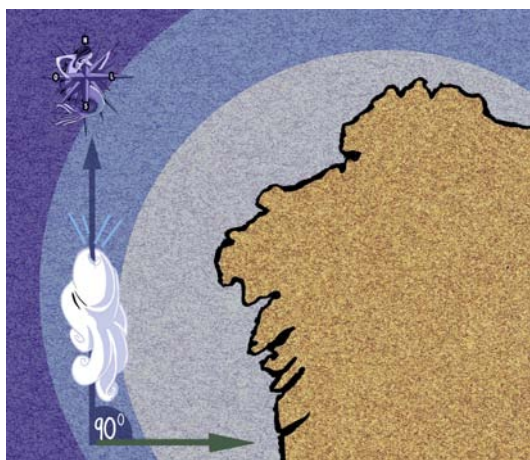


Fig. 2.1
Ventos do sur na plataforma continental

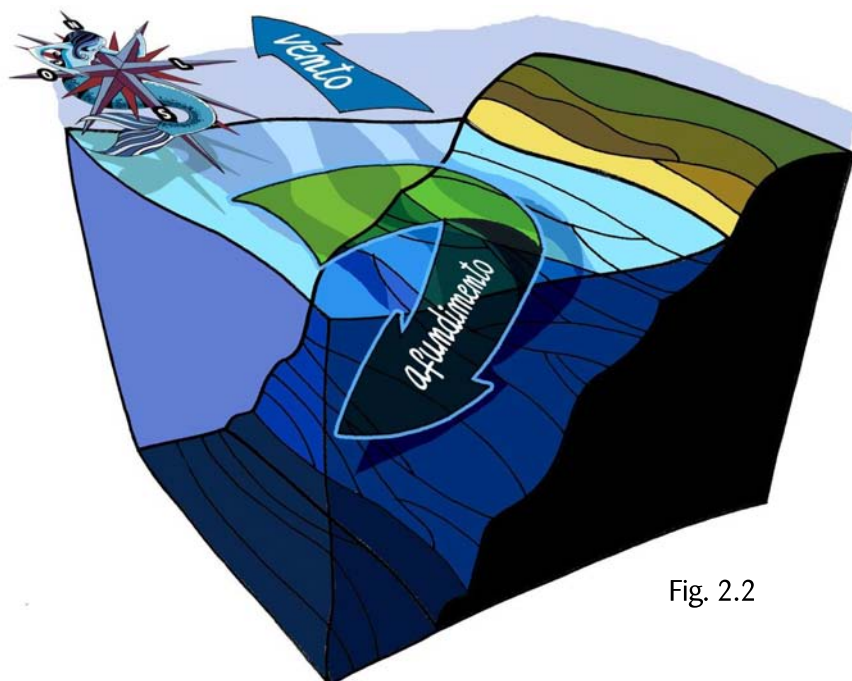


Fig. 2.2

- Cando sopra do norte: retirará a auga superficial cara ao océano (Fig. 2.3 e 2.4): a auga de superficie desprázase 90° á dereita do vento dirixíndose cara ao océano aberto. Isto producirá a retirada das augas costeiras do interior das rías que serán ocupadas por augas de 150 a 200 metros de profundidade, densas e frías (12-13 $^\circ\text{C}$), producíndose un **afloramento**.



Fig. 2.3

Ventos do norte na plataforma continental

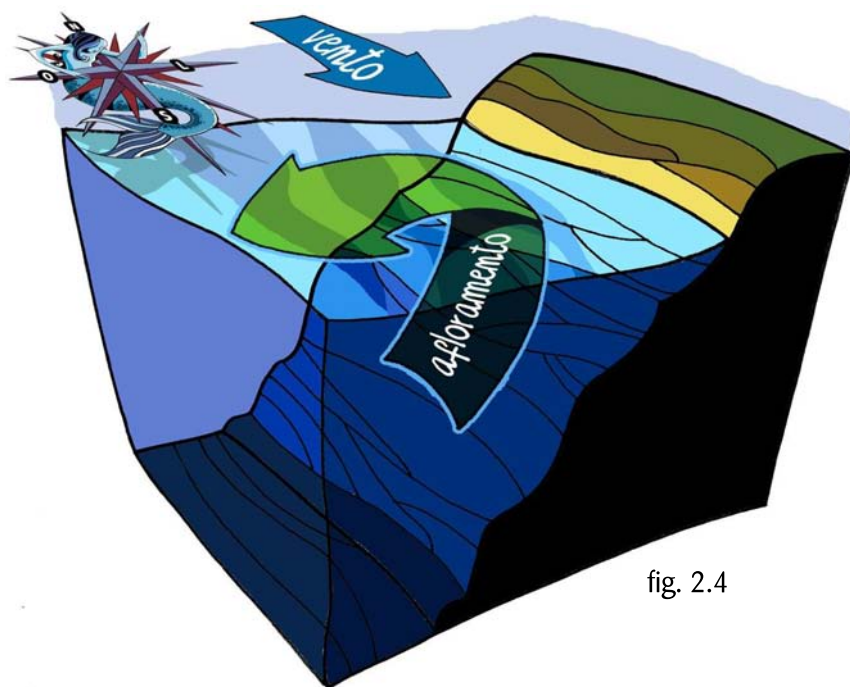


fig. 2.4

Así, o réxime de ventos controla a circulación e determina os períodos de afloramento (predominancia de ventos do norte: primavera e verán) e os de afundimento (predominancia de ventos do sur: outono e inverno).

Agora xa podedes percibir que as rías non se comportan como pequenos mares (xa que as achegas de auga doce son importantes e inflúen no seu comportamento), pero tampouco como amplos ríos (xa que se ven afectadas polo que ocorre na plataforma continental).

Que teñen de especial os afloramentos e afundimentos?

Cando estamos nun período de afloramento (Fig. 2.4), a auga oceánica profunda penetra no interior da ría pola parte inferior e a auga de menor densidade circula pola parte superior cara ao océano aberto, no que se coñece como **circulación positiva** (Fig. 2.5).

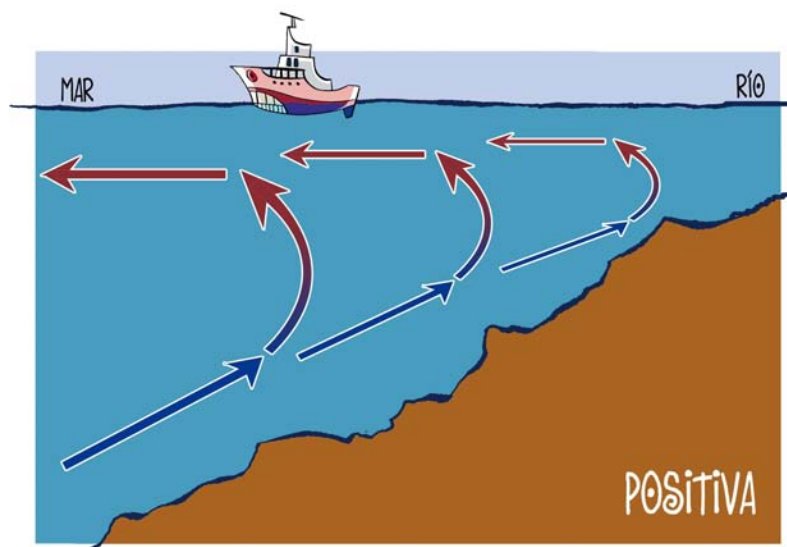


Fig. 2.5

En ausencia de vento, a circulación positiva prodúcese de xeito natural, debido ás diferenzas de densidade do río e do océano. Non obstante, durante os episodios de afloramento, a entrada de auga densa e fría pola parte fonda da boca da ría aumenta as diferenzas de densidade entre a parte exterior e a interior da ría. Como consecuencia destas diferenzas, a circulación dentro da ría vese reforzada. Canto máis intenso sexa o vento de compoñente norte, máis intenso será o afloramento e máis reforzada será a circulación positiva na ría.

Este mecanismo é moi importante, xa que é o principal responsable da renovación da auga das rías e de que se manteñan nunhas condicións de salubridade aceptables ao importar auga densa e fría da plataforma e exportar superficialmente esta auga mesturada coa do río e outras achegas terrestres. Durante un episodio de afloramento intenso, a auga das rías pódese renovar totalmente en menos de tres días.

Podedes pensar que isto do afloramento non ten nada que ver con vós, pero no verán, se ides bañarvos á praia cando sopren ventos do norte, probablemente notaredes a presenza das augas frías afloradas.

A **circulación negativa** só ocorre como consecuencia dos ventos do sur que amorean as augas superficiais cara á costa (Fig. 2.2). Estas augas superficiais que entran nas rías son forzadas a afundirse na parte interior destas, producindo a retención da auga doce (Fig. 2.6).

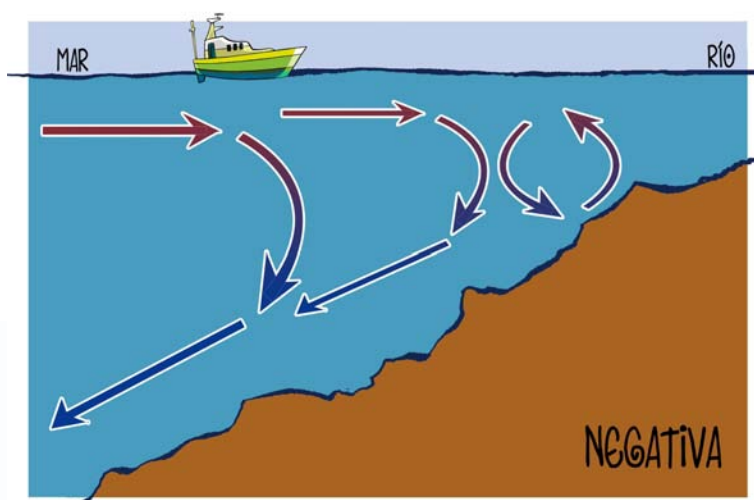


Fig. 2.6

Os afundimentos fortes, ao igual que os afloramentos intensos, tamén renovan moi rapidamente a auga das rías, aínda que o mecanismo é contrario.

Tamén existen condicións que poden interromper a circulación da ría. Así, é posible que cun vento feble do sur o transporte da auga superficial cara á costa sexa moi débil e de similar magnitude ao caudal propio da ría, pero de sentido contrario.

Nesta situación, o caudal neto de intercambio entre a ría e a plataforma será practicamente nulo. A circulación quedaría polo tanto interrompida e a ría estaría practicamente illada, en termos de circulación, do océano. O tempo necesario para que se renoven as augas da ría, nesta situación, había ser moi grande.

Como conclusión, podemos dicir que a auga nas rías non se comporta nin coma un río nin coma un océano: compórtase coma unha mestura de ambos os dous, dependendo da intensidade e dirección do vento e das achegas continentais.

■ Actividade final

Canto tardaría unha ría en renovarse?

Material necesario:

Unha pía con billa.
Un frasco de tinta azul ou negra.
Un contagotas.
Un cronómetro.
Un axitador.
6 vasos de precipitados: 2 de 100 ml, outros 2 de 250 ml e outros 2 de 500 ml.
Unha prancha de madeira lacada branca que caiba na pía.

Cálculo do tempo que tarda en encherse:

Escoller un réxime de caudal da billa e non modificalo durante cada experimento.

Contar o tempo que tarda un vaso en encherse e dividir o volume entre o tempo. Esta variable calculada denomínase **caudal volumétrico**. Unha vez cheo o vaso, se a billa segue botando auga, cal é o caudal que sae polo vaso cara a fóra? Que suposición utilizaches para responder?

Cálculo do tempo de aclarado:

Sacar o vaso practicamente cheo da billa e botar 10 pingas de tinta. Por que as pingas de tinta tenden a afundirse?

Axitar un momentíño para que a tinta se homoxeneíce, tendo coidado de non verter auga do vaso, e volver poñer o vaso debaixo da billa, empezando a contar o tempo que transcorre ata que se vexa a auga clara coma ao principio. Ter un vaso de auga clara ao lado que sirva de mostra ou branco. O fondo de ambos os vasos debe ser o mesmo, a poder ser, de cor branca. Se a pía non é branca ou está sucia, usar un taboleiro branco para pór de fondo.

Realizar o experimento con estas 27 combinacións.

- 1) Engadindo 10, 20 e 30 pingas de tinta.
- 2) Con 3 réximes diferentes de caudal da billa. Dende un pouco máis que o goteo ata case o máximo caudal.
- 3) Cos tres vasos de precipitados de volumes diferentes.

Completar a seguinte táboa de datos e resultados do experimento:

V: Volume do vaso (litros)	τ : Tempo que tarda en encherse o vaso (seg)	$Q=V/\tau$. Caudal da billa (litros/min)	N: Nº de pingas de tinta engadidas	t: Tempo de "aclorado" (seg)	t/τ
0,1	12	0,5	10	55	4,61
			20		
			30		
			10		
			20		
			30		
			10		
			20		
			30		
0,25			10		
			20		
			30		
			10		
			20		
			30		
			10		
			20		
			30		
0,5			10		
			20		
			30		
			10		
			20		
			30		
			10		
			20		
			30		

En realidade, que representan neste experimento?:

- O vaso.
- A auga da billa.
- A auga que soborda polo vaso.
- A tinta.

Que posición do caudal é máis acorde cun afloramento intenso? Dos 27 experimentos, en cal se descontamina máis/menos eficazmente a auga do vaso?

Para un mesmo caudal e vaso... con cantas pingas «se lava» antes o vaso?

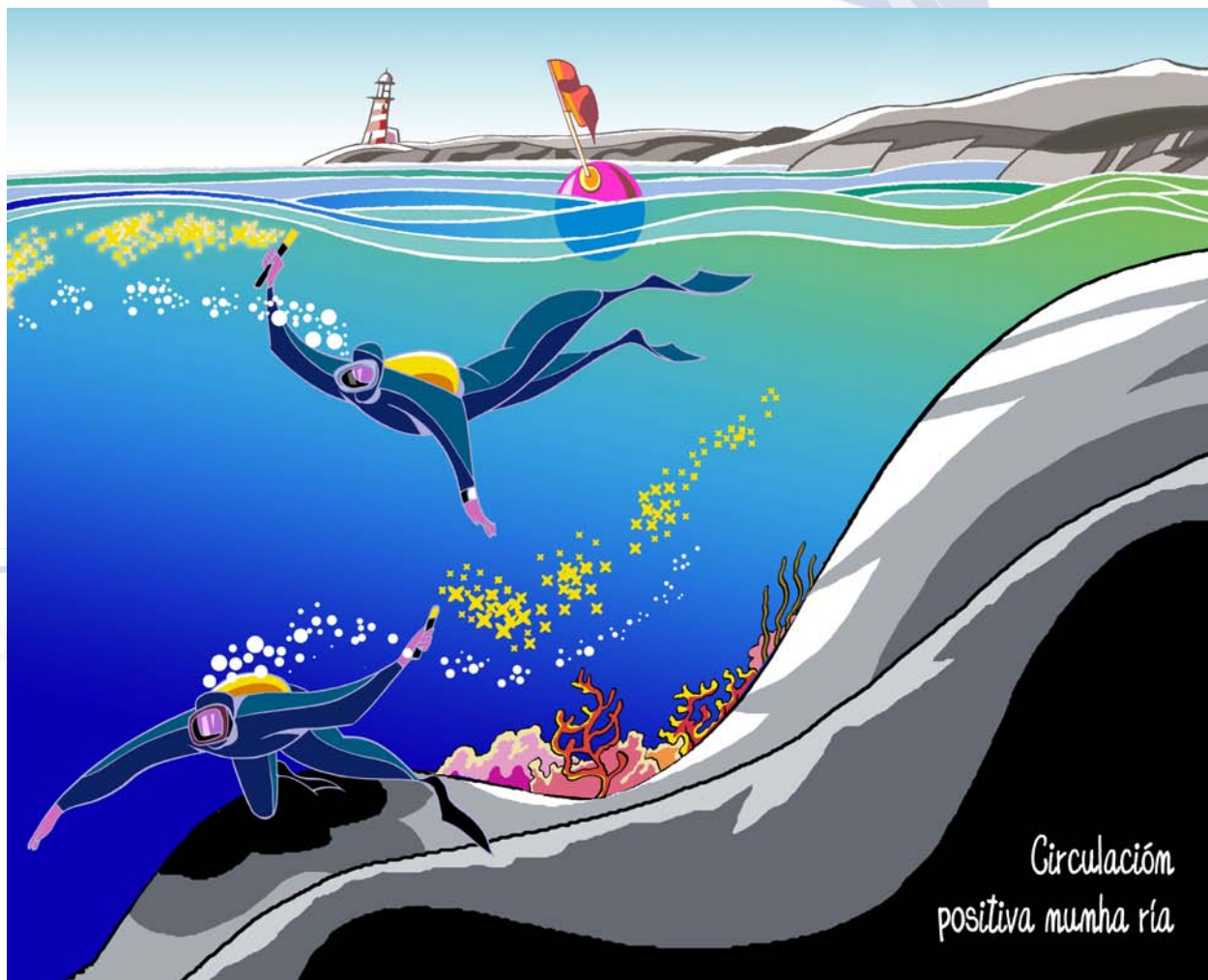
Para un mesmo número de pingas e vaso... con que caudal «se aclara» antes o vaso?

Se alguén engade un número indeterminado de pingas nun dos vasos sen que os outros o vexan, como se podería saber o número de pingas que se botaron?

Calcula a relación entre ambos os tempos (t/τ) Que consecuencias se extraen dos resultados?

* explicación da experiencia no DVD

Xa sabemos que a auga da ría non se comporta nin como un río nin como un océano; compórtase como unha combinación ou mestura de ambos os dous.



Tamén sabemos que co afloramento a auga na praia vai estar fría. A maioría dos humanos preferimos a auga morna para bañarnos, pero...

Que preferirán os mexillóns...?
Cres que lles gusta a auga fría do afloramento?

A solución a estas cuestións, na seguinte ficha.

Gústalles a auga
fría do afloramento
aos mexillóns?

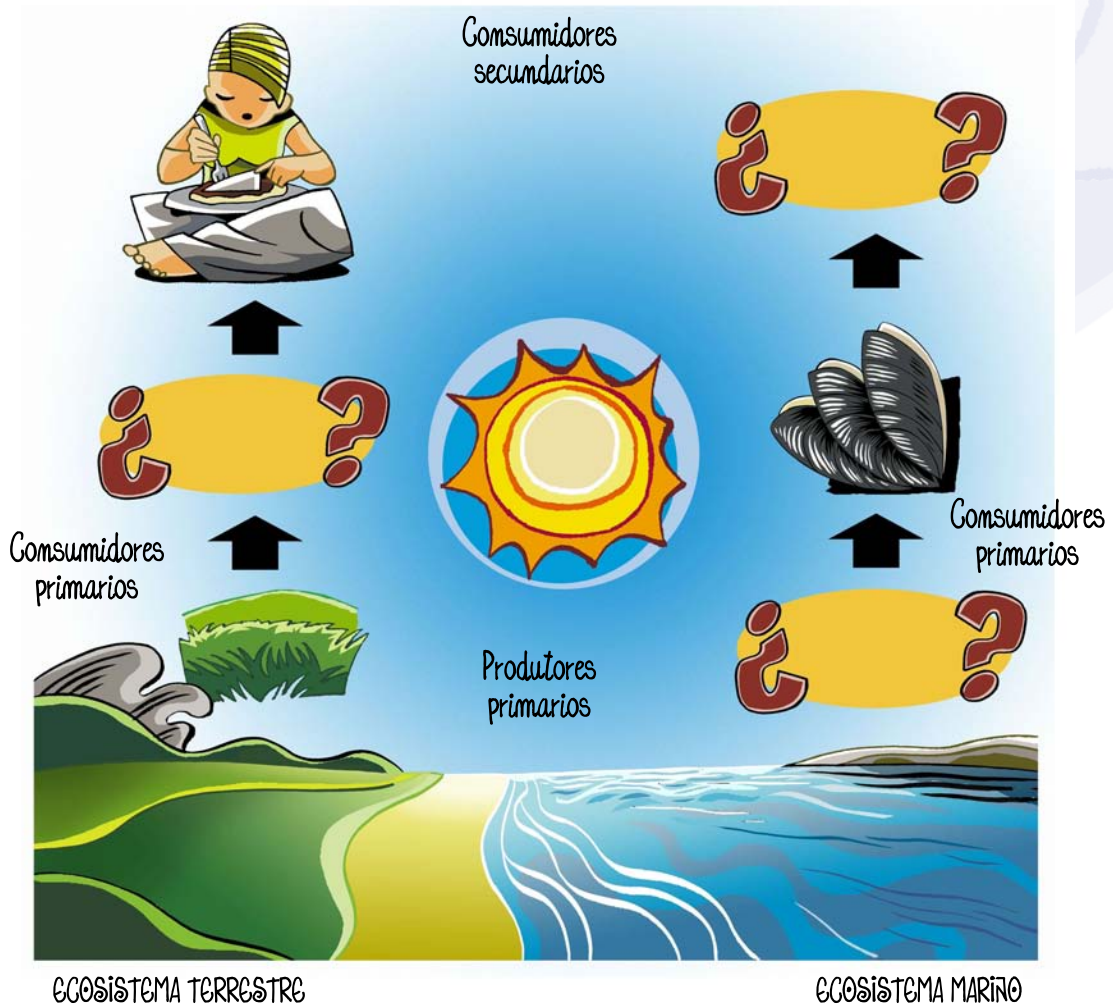


Principalmente nos meses de primavera e verán, cando sopran ventos do nordeste, prodúcese o fenómeno de afloramento, que introduce augas de 150-200 metros de profundidade no interior das rías.

Para nós, os humanos, estas augas están moi frías (12–13°C) e, en xeral, cústanos moito bañarnos na praia cando hai afloramento, pero... que lles ocorre aos mexillóns que pasan a maior parte da súa vida metidos na auga?
Gustaralles a auga fría do afloramento?

Actividade inicial

Para resolver estas cuestións necesitamos coñecer un pouco máis da vida dos mexillóns. Para iso, completa estes sinxelos esquemas das cadeas tróficas terrestre e mariña:



Sabes de que organismos do ecosistema mariño se alimenta o mexillón? De onde obtén ese organismo os sales nutrientes para vivir?

Vexamos a resposta:

Os mexillóns aliméntanse da materia orgánica que está en suspensión na auga, constituída fundamentalmente por **detritos** orgánicos e por organismos **autótrofos unicelulares** coñecidos como **fitoplancto**.

O fitoplancto constitúe a base da **cadea trófica** mariña (son os produtores primarios).

Xogan o mesmo papel que as plantas nos ecosistemas terrestres; realizan a fotosíntese captando a enerxía da luz solar para transformar os sales nutrientes disoltos na auga en materia orgánica, que utilizarán para crecer e multiplicarse.

Pero como é o fitoplancto?

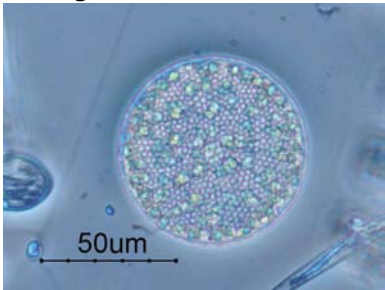
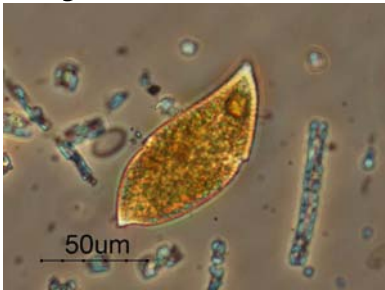
No mundo hai moitos miles de especies de fitoplancto mariño. Aínda que existen varios grupos, os principais son as **diatomeas** e os **dinoflaxelados**.



Fig. 3.1: Imaxe dunha aglomeración de fitoplancto na Ría de Vigo. Pensade que a fotografía é dunha mostra concentrada; na natureza é moi difícil atopar estas elevadas densidades de organismos.



Esquema das principais características de diatomeas e dinoflaxelados:

Diatomeas	Dinoflaxelados
- Caracterízanse por posuír unha cuberta silíceo (SiO_2). - Son levadas polas correntes e as masas de auga. - Vense favorecidas por situacións de mestura superficial/turbulencia. - Algunhas especies forman colonias. - Teñen alimentación autótrofa.	- Posúen flaxelos, o que lles permite certa mobilidade na columna de auga. - Esta capacidade de movemento fai que se vexan favorecidos en augas estratificadas. - Algunhas especies son bioluminescentes: poden producir luz (<i>Noctiluca scintillans</i>). - Poden ter unha alimentación heterótrofa, autótrofa ou mixotrofa.
Fig. 3.3a. Diatomea 	Fig. 3.3b. Dinoflaxelado 

*Máis fotografías de diatomeas e dinoflaxelados no DVD.

E de onde obtén o fitoplancto os sales nutrientes?

Os sales nutrientes son compostos inorgánicos necesarios para o crecemento das plantas; os máis importantes no océano son o nitrato, o fosfato e o silicato.

Os sales nutrientes son transportados polas masas de auga. Cando se dá un episodio de afloramento, prodúcese a ascensión de augas con baixas temperaturas, que levan asociadas elevadas concentracións de sales nutrientes. Estas augas cargadas de sales nutrientes ascenden cara á superficie, onde hai luz solar suficiente para que o fitoplancto faga a fotosíntese.

Como fan os científicos para saber cales son as concentracións de sales nutrientes que hai na auga?

Analizando mostras de auga de mar que recollen normalmente a bordo de buques oceanográficos, nas chamadas **campañas oceanográficas**. Nestas campañas, utilizando o instrumental adecuado, os científicos poden recoller auga nuns puntos determinados chamados estacións. A localización exacta das estacións decídese na terra, durante a elaboración do plan de campaña. A continuación, na figura 3.3 podedes ver o mapa de estacións da campaña GALICIA XI:

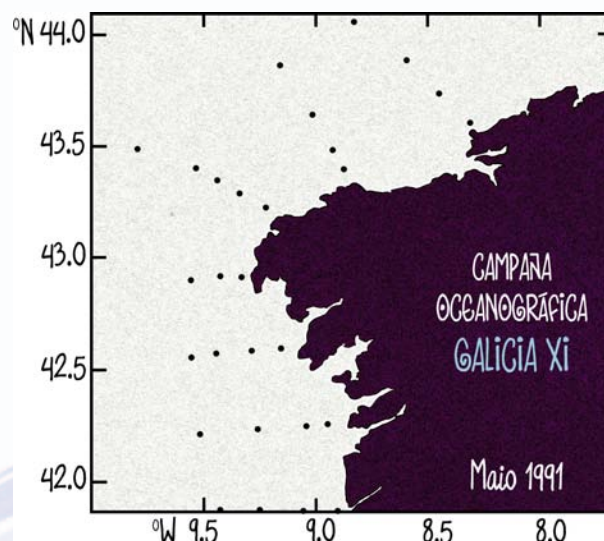


Fig. 3.3

Ademais de decidir a localización das estacións nas que se quere traballar, no plan de campaña faise unha relación detallada de todas as variables que se queren medir. Despois, xa no barco, tómanse mostras de auga en cada estación a diferentes profundidades, utilizando **botellas oceanográficas** (Fig. 3.4).



Fig. 3.4 (de esquerda a dereita, e de arriba abaixo): Buque oceanográfico Sarmiento de Gamboa; roseta con botellas oceanográficas para a recollida de mostras de auga a diferentes profundidades; detalle do laboratorio principal dun buque oceanográfico; técnico da Unidade de Tecnoloxía Mariña (UTM) analizando unha fotografía de satélite tomada no momento da campaña oceanográfica.

Como podedes comprobar, para os oceanógrafos o traballo de campo desenvólvese no mar, collendo mostras e datos *in situ*.

Durante a campaña GALICIA XI (Fig. 3.3), realizada do 11 ao 14 de maio de 1991, sopraron intensos ventos de compoñente norte que provocaron o afloramento da auga subsuperficial preto da costa.



Tendo os datos das variables físicas, químicas e biolóxicas, resulta moi útil representalos no mapa de campaña para obter unha visión espacial da zona e poder interpretar mellor os resultados. Se queremos representar o que ocorre na vertical, na columna de auga, teremos que facelo con estacións que estean próximas entre si e cos datos obtidos nelas a diferentes profundidades.

Se vos fixades na figura 3.3, as estacións están situadas seguindo liñas imaxinarias, dende a costa cara ao océano aberto. Cada unha desas liñas chámase **transecto**. Así, representando os datos obtidos en cada profundidade, en todas as estacións dun transecto, podemos ter unha visión do que ocorre na columna de auga.

Na figura 3.5 tedes a representación dos datos obtidos en temperatura ao longo dun dos transectos sinalado no mapa da figura 3.3, no que se pode observar a ascensión das augas frías:

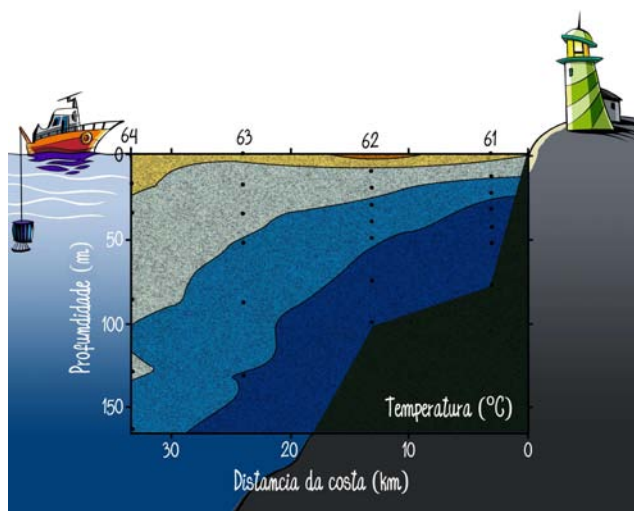


Fig. 3.5

Con estas augas frías, ascenden tamén os sales nutrientes que alcanzan a superficie (Fig. 3.6):

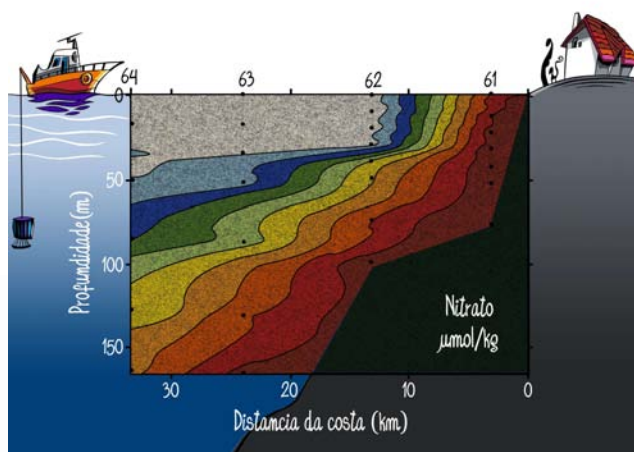


Fig. 3.6

Na superficie, estes sales quedan dispoñibles para seren asimilados polo fitoplancto en presenza de luz. O fitoplancto atopa entón as condicións óptimas para realizar a fotosíntese, crecer e multiplicarse, co que se produce un aumento dos niveis de **clorofila**. A clorofila é un **pigmento fotosintético**, de cor verde, presente na maioría das algas e plantas.

En oceanografía, a concentración de clorofila utilízase como indicador da **biomasa** de fitoplancto (peso de pigmento/volume de auga determinado). A estimación da concentración de clorofila é unha das medidas de rutina que se levan a cabo nas campañas oceanográficas.

Unha vez procesadas as mostras para a determinación das concentracións de clorofila xa se poden representar os valores de clorofila ao longo do transecto (Fig. 3.7):

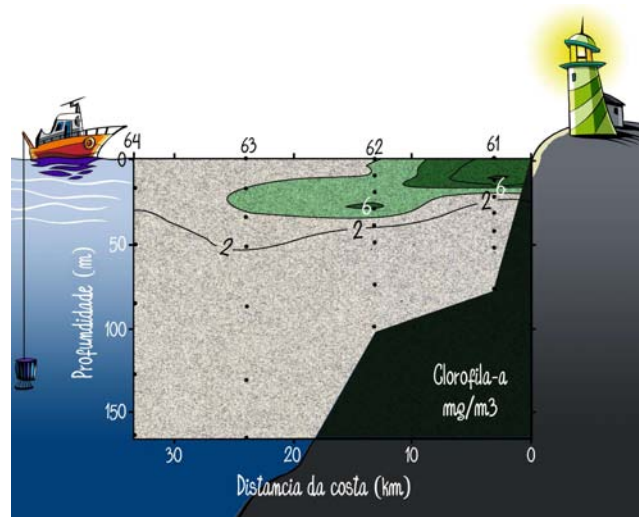


Fig. 3.7

Estes crecementos masivos da biomasa de fitoplancto fan que as zonas de afloramento sexan de máxima produtividade biolóxica, auténticos oasis mariños. A produción primaria dunha zona (síntese de materia orgánica polo fitoplancto) cuantifícase en peso de carbono fixado por superficie e tempo.

Chama a atención que as zonas de afloramento, a pesar de ocupar só o 1% da superficie oceánica mundial, soportan o 50% das pesqueiras. En Galicia e norte de Portugal atopámonos na única área de este tipo en Europa.

Nos seguintes mapas (Fig. 3.8 e 3.9) pódense observar as distribucións horizontais de temperatura e nitrato no episodio de afloramento ocorrido durante a campaña Galicia XI.

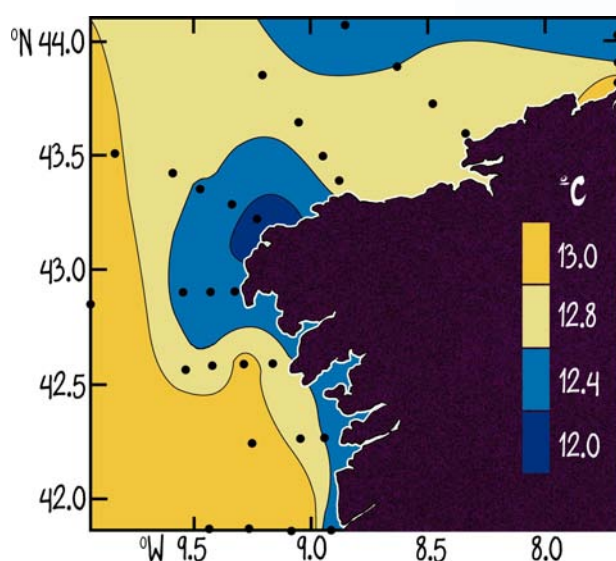


Fig. 3.8

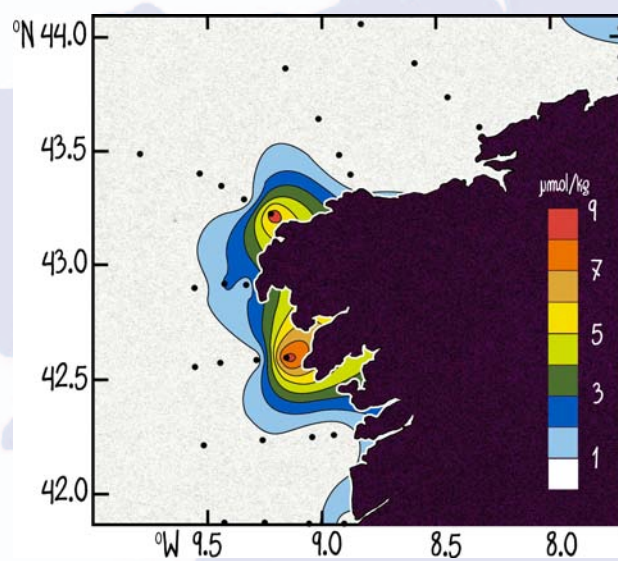


Fig. 3.9

Fixádevos que as baixas temperaturas (menores de 12,8 °C) están asociadas a elevadas concentracións de nutrientes (maiores de 2 μmol/kg).

Nos seguintes mapas (Fig. 3.8 e 3.9) pódense observar as distribucións horizontais de temperatura e nitrato no episodio de afloramento ocorrido durante a campaña Galicia XI.

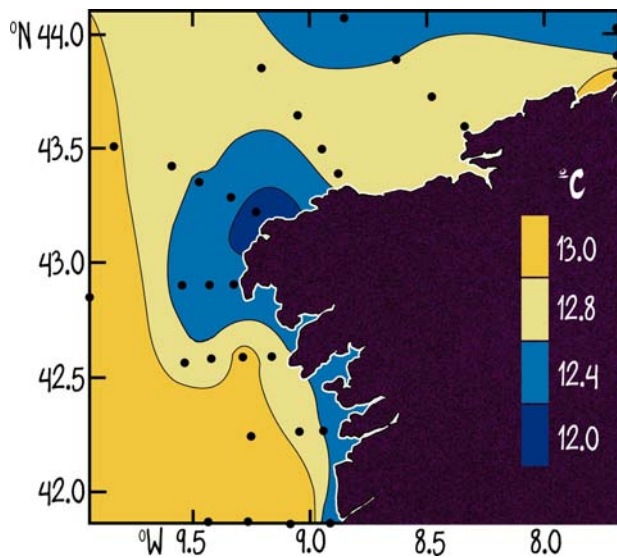


Fig. 3.8

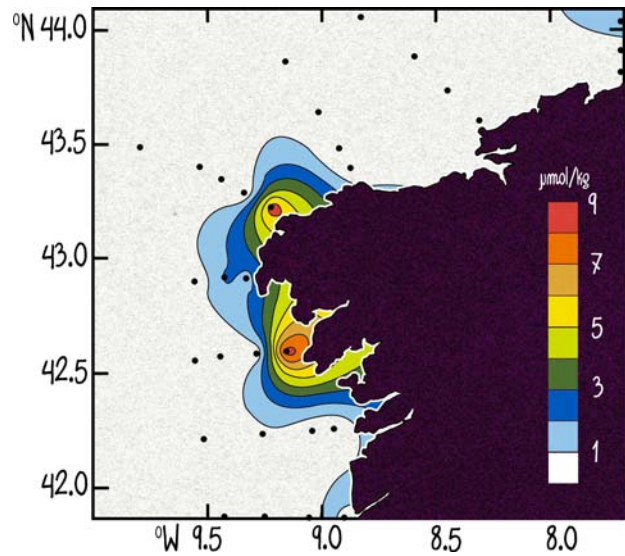


Fig. 3.9

Fixádevos que as baixas temperaturas (menores de 12,8 °C) están asociadas a elevadas concentracións de nutrientes (maiores de 2 μmol/kg).

■ Actividade final

Como xa sabedes, dende un punto de vista oceanográfico, podemos dicir que Galicia se atopa na única área de afloramento de Europa. Estas áreas de máxima riqueza mariña compáranse sempre pola súa produtividade cos prados fertilizados dos ecosistemas terrestres.

Sabendo isto, e que a produción anual das rías galegas é de $650 \text{ gC m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$:

- 1.- Calculade a produción anual debida ao afloramento, considerando que supón un 88% da produción total.
- 2.- Facede unha busca en internet sobre as producións dalgúns ecosistemas terrestres, por exemplo:

Bosques.
Sabanas.
Campos de cultivo.
Desertos.

Comentade e comparade os resultados na aula.



Xa sabemos que aos mexillóns lles favorecen as augas frías do afloramento. Estas augas transportan os sales nutrientes cara á superficie onde, en presenza de luz, ten lugar a proliferación do fitoplancto, que é o alimento favorito dos mexillóns, pero...



Como come fitoplancto o mexillón?

A solución a esta cuestión, na seguinte ficha.

Como come o
mexillón?



Pensaches algunha vez en como se alimentan os mexillóns?

Actividade inicial

O mexillón é un molusco bivalvo (clase Bivalvia), xa que presenta dúas **valvas** e o mexillón galego pertence a especie *Mytilus galloprovincialis*. Para levar a cabo esta actividade necesitarás mexillóns frescos, unha placa de Petri e material de disección (pinzas e tesoiras).

1. Colle un exemplar de mexillón e separa as valvas.
2. Colle o corpo coas pinzas e colócao na placa.
3. Comeza a disección separando os diferentes órganos. Podes guiarte pola figura 4.1:

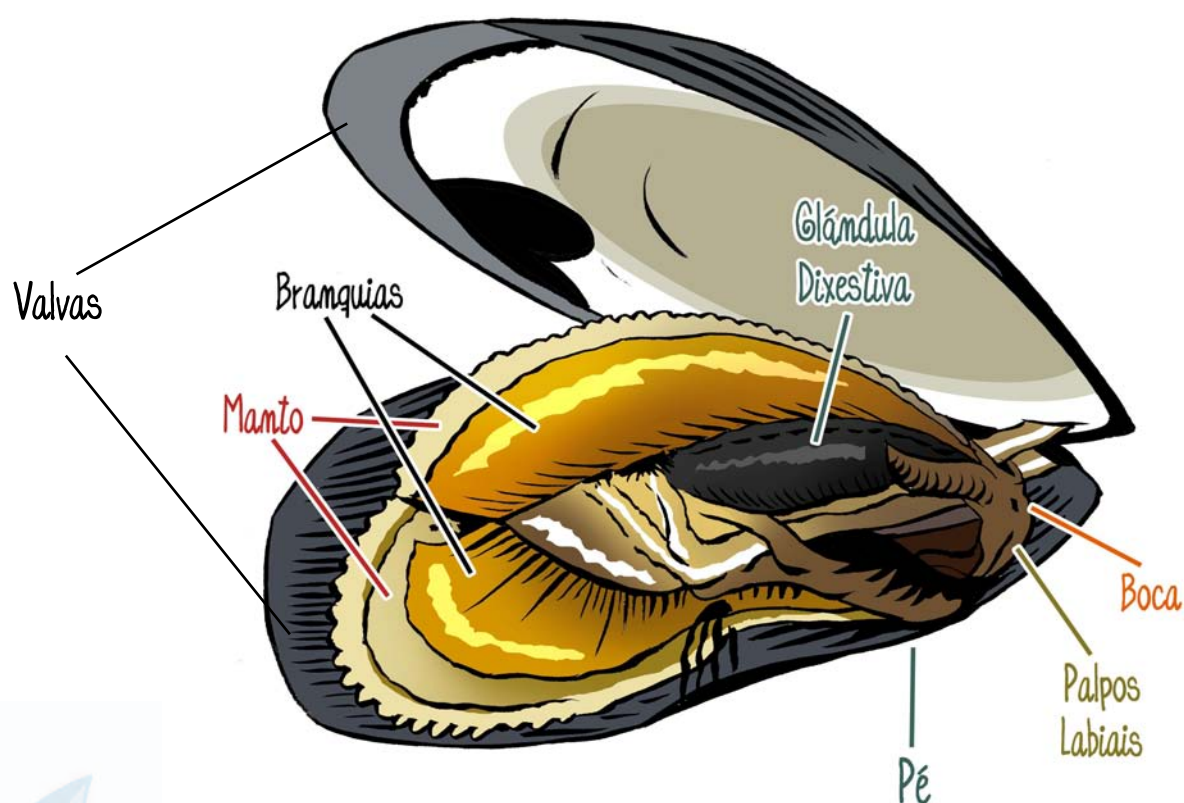


Fig. 4.1

Agora observa o vídeo que atoparás no DVD. Son as **branquias** dun mexillón... que é o que está pasando?

Vexamos a resposta:

O que se aprecia nas imaxes son as branquias dun mexillón filtrando a auga e retendo as partículas de fitoplancto e **detritos** orgánicos que están suspendidas na auga do mar. Os mexillóns, daquela, son organismos **filtradores**.

Funcionamento do aparato filtrador

A auga entra no mexillón pola **cámara inhalante** cara ás branquias (Fig.4.2), onde as partículas en suspensión quedan retidas nun mucus no que son transportadas polos cilios cara á boca. A auga xa filtrada é expulsada pola **cámara exhalante**.

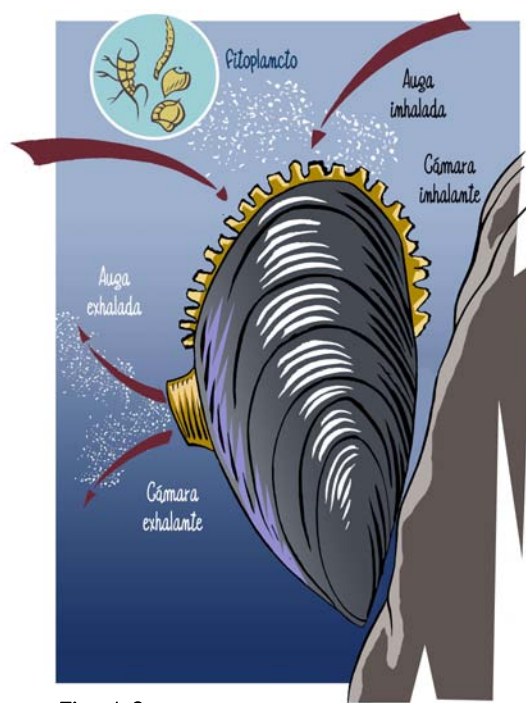


Fig. 4.2

Pero... como podemos estudar a maneira de alimentarse dos mexillóns?

Os investigadores utilizan **cámaras de experimentación** (Fig. 4.3) que son pequenos recipientes de metacrilato nos que se pode controlar o seu comportamento alimentario.



Fig. 4.3

Estas pequenas cámaras teñen un orificio de entrada e outro de saída. Polo orificio de entrada introdúcese un fluxo constante de auga, cunha cantidade de alimento coñecida. Pero... como saben a cantidade de alimento que leva a auga? Pois contando o número de partículas que hai en suspensión. As partículas pódense contar no microscopio, pero tamén existen instrumentos chamados contadores de partículas que aceleran o traballo.

No experimento conéctanse todas as cámaras mediante un circuíto de entrada de auga (Fig. 4.4). A **bomba peristáltica** encárgase de distribuir un fluxo constante de auga con alimento ás cámaras. Unha cámara ten que quedar baleira, sen mexillón. Esta será a cámara **control ou “branco”** que ten todo experimento. Nas restantes cámaras colócanse os mexillóns. A cámara branco recibirá o mesmo alimento que as outras e utilizarase como referencia para determinar a cantidade de partículas que entran nas outras cámaras, xa que non ten mexillón no seu interior.

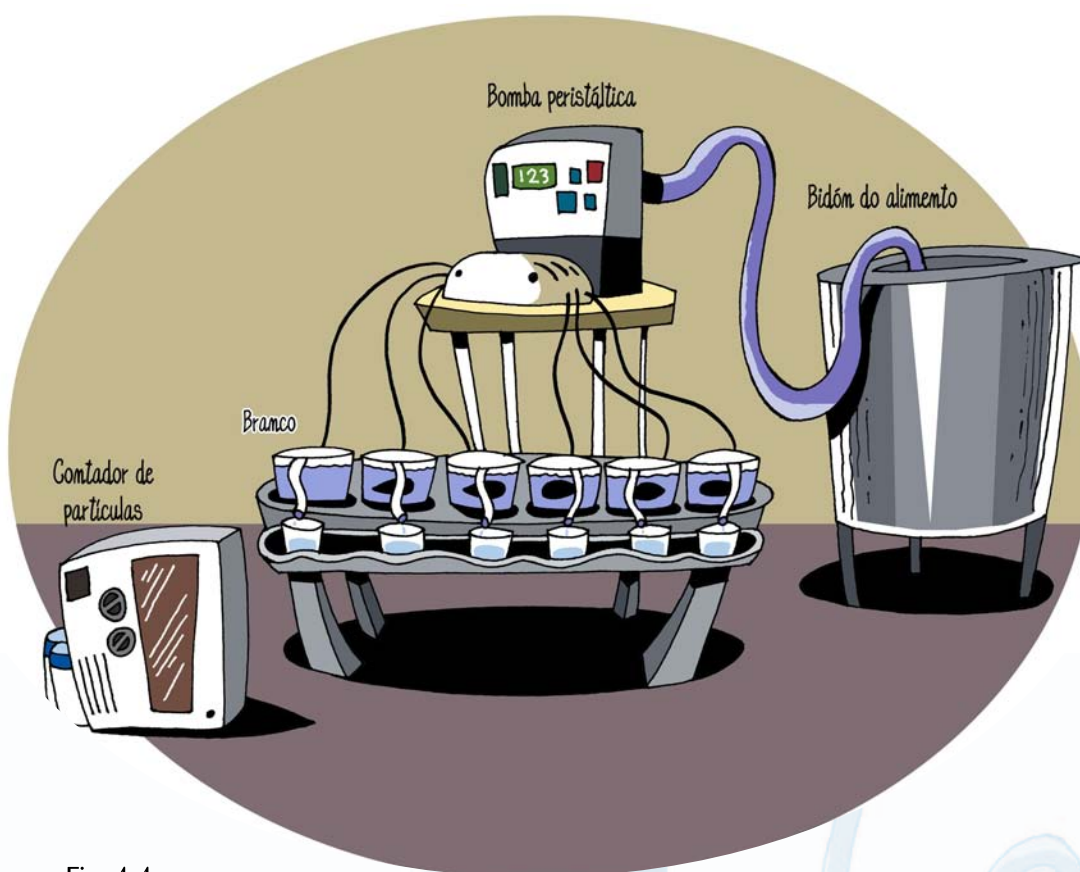


Fig. 4.4

Vexamos agora que podemos aprender da forma de alimentarse dos mexillóns nestes experimentos

Unha vez aloxado o mexillón na cámara, este vai filtrando e captando as partículas en suspensión da auga, que son transportadas á boca e inxeridas. Contando o número de partículas, podemos saber o alimento que hai na auga de mar cando entra nas cámaras, e o alimento que hai cando sae; a diferenza será a cantidade de partículas que retivo o mexillón nas súas branquias. Con este dato e mais o do fluxo que atravesa as cámaras, obtemos un indicador da capacidade destes moluscos bivalvos para reter partículas da auga, o que os investigadores chaman a **taxa de aclaramento**.

A taxa de aclaramento indícache os litros de auga que ese mexillón limpa completamente de partículas por unidade de tempo.

Os mexillóns son quen de regular o que comen segundo a cantidade e a calidade do alimento que lles chega, aumentando ou diminuindo a súa taxa de aclaramento. Pero... que ocorre se hai demasiado alimento? Que pasa cando chegan demasiadas partículas ás branquias?

Pois o que ocorre é que non todas as partículas retidas nas branquias son inxeridas. Cando hai una elevada cantidade de partículas en suspensión (alimento), os **palpos labiais**, órganos situados xunto á boca, realizan unha selección preinxestiva co obxecto de non colapsar o sistema dixestivo, de xeito que o exceso de alimento é envolto no mucus das branquias e expulsado en forma de **pseudofeces**.



Fig. 4.5



Fig. 4.6

En ecosistemas como os das rías galegas é moi difícil que se atopen concentracións de alimento tan grandes que provoquen a formación de pseudofeces. En realidade, todo o alimento retido nas branquias entra no sistema dixestivo a través da boca. De xeito que podemos saber a cantidade de alimento inxerido por unidade de tempo simplemente multiplicando a taxa de aclaramento pola cantidade de materia orgánica que ten o alimento (este dato tamén é coñecido polos investigadores á hora de faceren o experimento), que é o que os científicos chaman **taxa de inxestión**.

Parte do alimento inxerido é absorbido e asimilado polo mexillón na **glándula dixestiva**, e o resto, o que non se aproveita, é expulsado en forma de **feces** (Fig. 4.5).

As feces están formadas pola parte inorgánica do alimento e a parte orgánica non dixerida. Para saber o eficiente que é un mexillón «comendo», os investigadores recollen as feces (Fig. 4.6) e determinan canta materia orgánica conteñen. Comparando o contido de materia orgánica das feces co do alimento inxerido, os investigadores poden calcular a porcentaxe de materia orgánica asimilada polo mexillón, o que se denomina **eficiencia de absorción**.

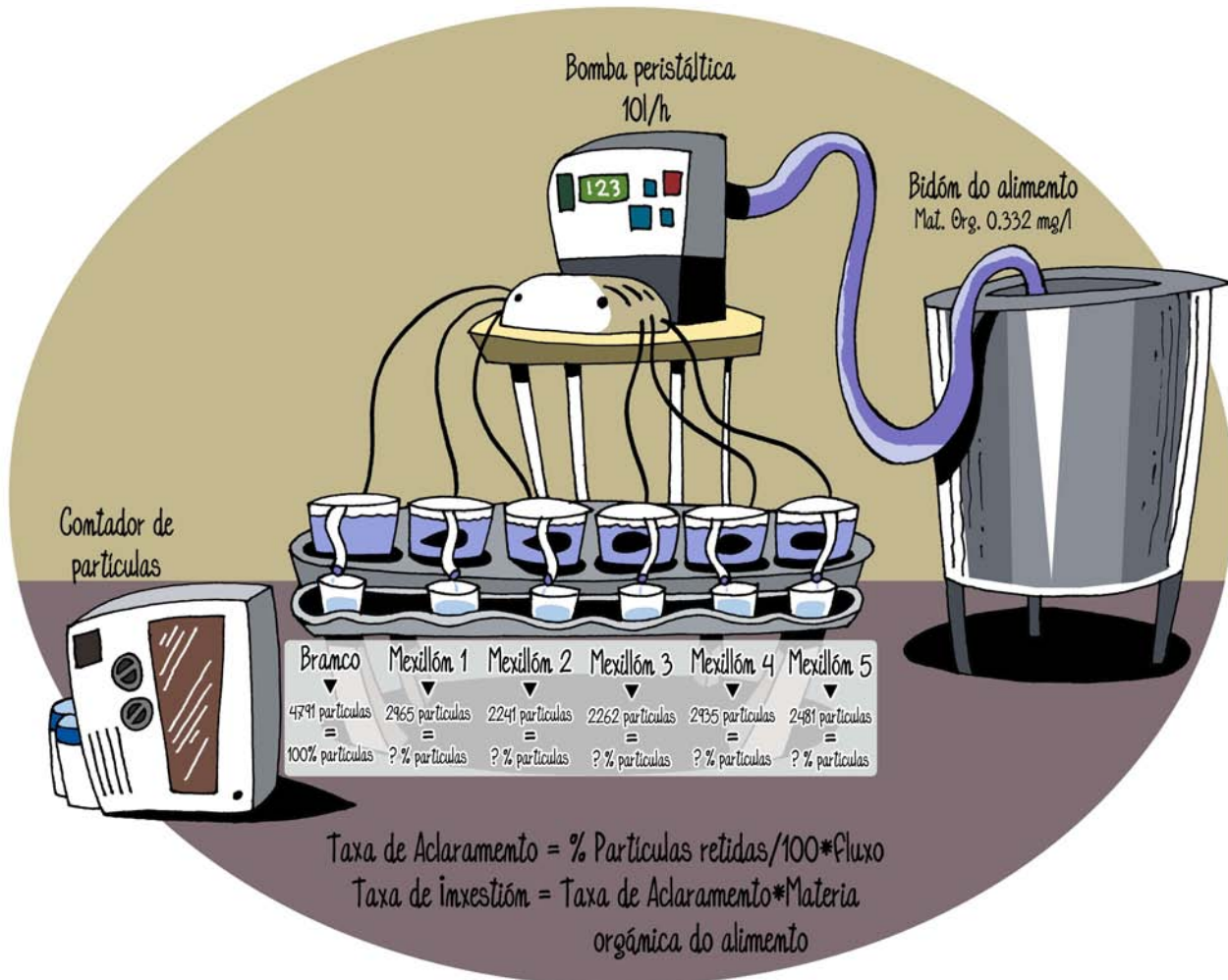


Fig. 4.7

Investigadores traballando con cámaras de experimentación ao lado dunha batea.

Actividade final: traballo en grupo

Imaxina que es un científico e tes que calcular a taxa de aclaramento e inxestión destes cinco mexillóns. Con este esquema podes ter unha idea máis clara de cómo deberías estudar o xeito de alimentarse dos mexillóns.



O procedemento que deberías seguir sería, en primeiro lugar, preparar un bidón de alimento cunha cantidade de materia orgánica coñecida (0.332 mg/l). A continuación deberías montar un sistema con seis cámaras experimentais –unha delas baleira (branco)– que reciban todas o mesmo alimento cun fluxo constante (10 l/h) que proporcionaría a bomba peristáltica.

Despois de montar este sistema e poñelo a funcionar, terías que analizar o número de partículas da auga de saída de todas as cámaras e apuntar os resultados na táboa que ves a continuación (a túa táboa científica que é onde tes que anotar todos os datos do teu experimento).

Batea:				
Data:				
	Nº partículas na auga de saída	% partículas retidas	Taxa aclaramento (litros auga filtrada/hora)	Taxa inxestión (mg materia orgánica inxerida/hora)
Branco	4791			
Mexillón nº 1	2965	38.11	3.81	1.26
Mexillón nº 2	2241			
Mexillón nº 3	2262			
Mexillón nº 4	2935			
Mexillón nº 5	2481			

Se na auga de saída da cámara, onde non hai mexillón, hai 4.791 partículas, e na auga de saída da cámara, onde está o mexillón n.º 1 hai 2.965 partículas:

Cantas partículas retivo o mexillón n.º 1?

Que porcentaxe das partículas que había na auga foi capaz de reter?

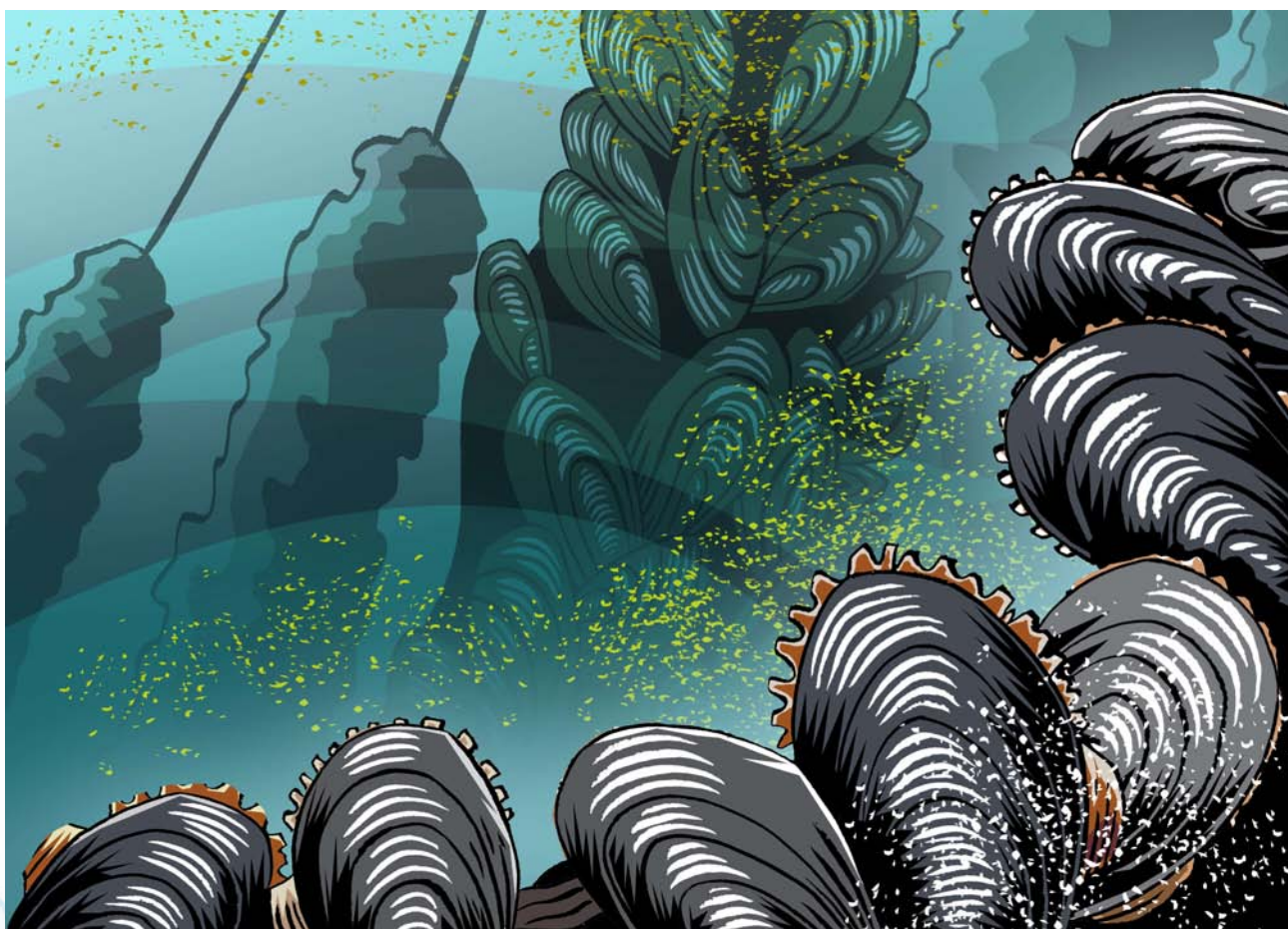
Se coñeces a porcentaxe de partículas retidas e mais o fluxo de auga que atravesa a cámara, podes calcular a taxa de aclaramento (TA) segundo a formula $TA = \% \text{ partículas retidas} / 100 * \text{fluxo}$.

Aínda podes saber algunha cousa máis cos datos que aparecen neste esquema. Sabendo que o alimento subministrado ten unha cantidade de orgánico de 0,332 mg/l, podes calcular a taxa de inxestión. A taxa de inxestión (TI) que se calcula coa formula:

$TI = TA * \text{materia orgánica}$

ha indicarche a cantidade de materia orgánica que é capaz de inxerir por unidade de tempo o mexillón n.º 1. Agora que sabes como é de eficiente comendo este mexillón, estuda se os demais mexillóns se comportan de xeito similar!

Xa sabemos que os mexillóns son organismos filtradores que se alimentan das partículas que están suspendidas na auga do mar.



Nas costas galegas os mexillóns atopan un ecosistema ideal para vivir, con augas ricas en fitoplancto e detritos orgánicos, a súa principal fonte de alimento. Se vos fixades, no litoral galego temos mexillóns por todas as partes, sobre as rochas, nos peiraos, no interior das rías... e tamén nas partes máis expostas ao océano aberto. Ás veces, incluso podemos velos sobre os fondos formando unha especie de alfombra cando baixa a marea, pero...

**Como chegan a tantos sitios se están quietos, inmóbiles, adheridos as rochas?
Viches algunha vez moverse un mexillón?**

A solución a esta cuestión, na seguinte ficha.

Viches algunha vez
moverse un
mexillón?



Nas rochas, nas bateas, nos peiraos, hai mexillóns por todas as
partes, pensaches algunha vez en como chegan ata aí?
Móvense os mexillóns?

■ Actividade inicial

Para levar a cabo esta actividade necesitarás mexillóns frescos, unha placa de Petri, unha bandexa e acceso a auga de mar.

- 1.- Colle un mexillón fresco e colócao nunha placa de Petri dentro dunha bandexa con auga de mar, de tal xeito que quede totalmente sumerxido (Fig. 5.1).
- 2.- Observade ao día seguinte o que ocorreu.

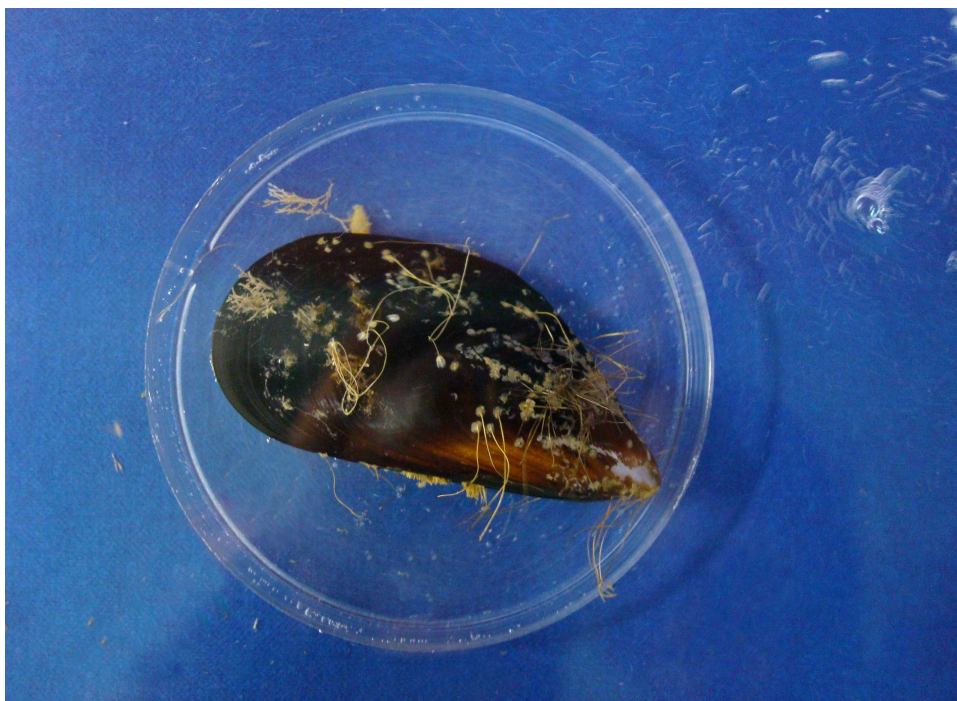


Fig. 5.1

Despois de facerdes a experiencia, observade o vídeo da ficha 5 do DVD. Que é o que esta pasando?

■ Vexamos a resposta:

O que vemos nas imaxes son uns mexillóns adultos que foron arrincados do substrato (rochas, peiraos, cordas...) no que vivían. Ao poñelos nun acuario, cun lixeiro fluxo de auga de mar, os mexillóns «senten» que se moven, que están soltos, e comezan a segregar o bisco. O **bisco** é unha estrutura moi resistente que lle permite ao mexillón manterse ancorado nun lugar.

Se vos fixades no vídeo, o bisco son as febras brancas que saen da parte baixa dos mexillóns e que teñen un pequeno disco no extremo. Estas febras, están constituídas por proteínas fibrilares (coláxeno principalmente) e son segregadas pola **glándula do bisco** que teñen os mexillóns situada no pé.

Fixádevos atentamente nas imaxes: en primeiro lugar o mexillón saca o pé para inspeccionar o terreo. Así que o mexillón atopa un lugar adecuado, segrega o bisco e os discos das febras quedan adheridos ao fondo do acuario (Fig. 5.2). No vídeo as imaxes están aceleradas, pero pensade que na natureza o proceso pode ser moito máis lento.

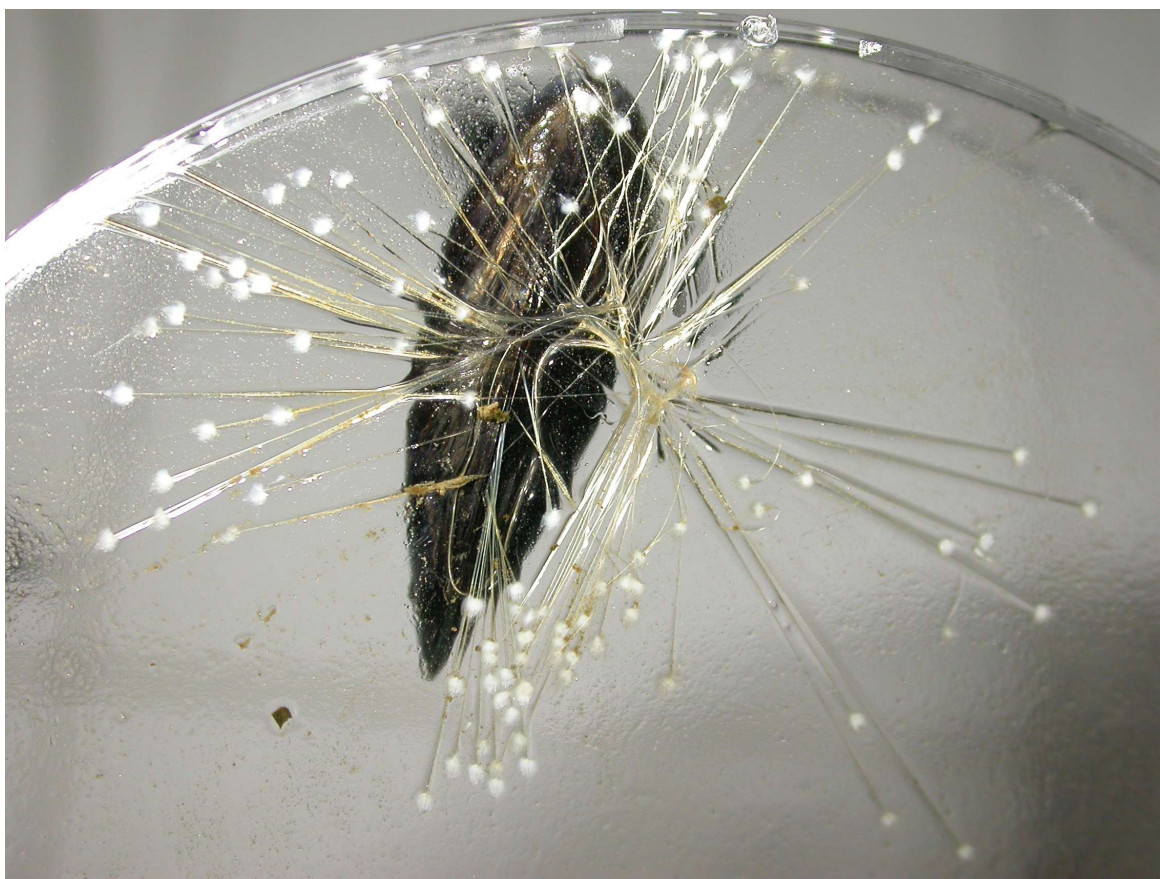


Fig. 5.2

Pódese afirmar daquela que os mexillóns, tal como nós os coñecemos, non se moven; pasan a maior parte da súa vida no mesmo lugar. O nome para este tipo de organismos é **sésiles**. Non obstante, nos primeiros estadios de desenvolvemento dos mexillóns, as **larvas** son planctónicas: isto é, viven nadando na auga.

Esta fase larval é a responsable de que atopemos mexillóns sobre substratos moi diferentes (nas rochas, nos peiraos, nos cascos dos barcos, etc.) e distribuídos por todo o litoral galego, pero... para sabermos máis desta parte da vida do mexillón, temos que aprender o seu ciclo de vida (Fig.5.3).

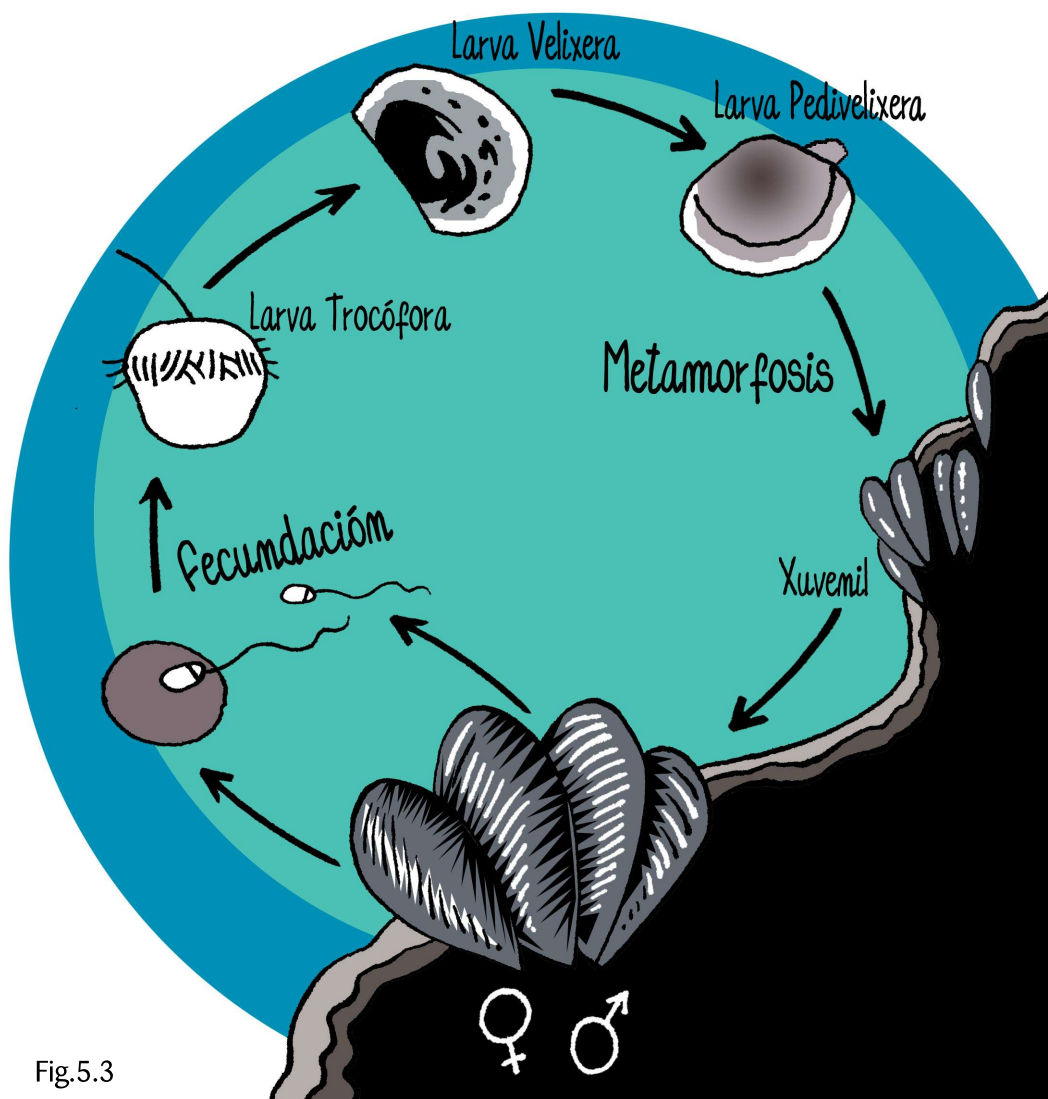


Fig.5.3

Todo comeza cando os mexillóns adultos, femias e machos, realizan unha **posta** ou **desova** que consiste en liberar no mar os seus óvulos e espermatozoides.

O espermatozoide fecunda o óvulo na columna de auga, e o ovo fecundado cae ao fondo onde continúa o seu desenvolvemento pasando por distintas fases larvais.

A primeira destas fases é a de **larva trocófora**, que non ten cuncha, pero que xa pode nadar na columna de auga axudada por unha coroa de cilios.

A seguinte fase é a de **larva velíxera**, que xa ten cuncha e ademais posúe unha estrutura chamada velo que lle permite ao mesmo tempo filtrar o alimento e nadar.

A última fase da vida larval do mexillón é a de **larva pedivelíxera**, que se caracteriza por desenvolver o pé co cal xa se pode adherir ao substrato grazas ao biso.

Unha vez adheridos ao substrato, onde pasarán o resto da súa vida, sofren unha **metamorfose** e convértense en mexillóns en fase xuvenil, coas mesmas características dos adultos pero máis pequenos.

A partir de aí irán medrando ata converterse en mexillóns adultos capaces de reproducirse.

■ Actividade final

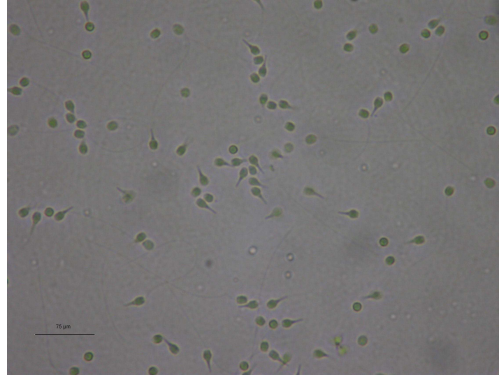
Identifica as fases do ciclo vital do mexillón nas seguintes imaxes:

*Solución á actividade final no DVD

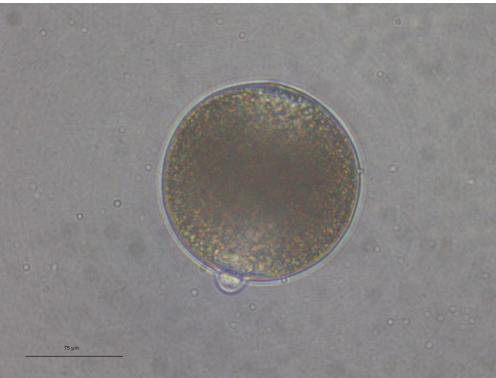
1



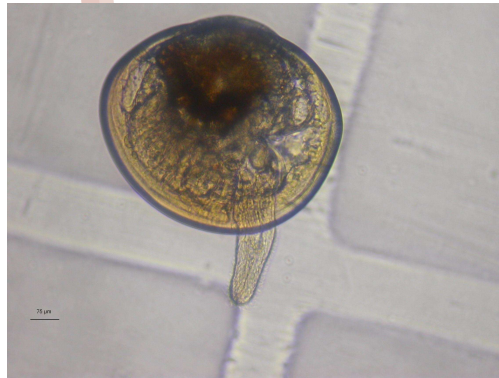
2



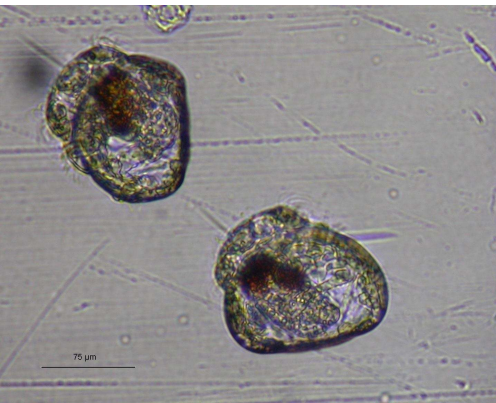
3



4



5



6



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Xa sabemos que os mexillóns, tal como os coñecemos, non se moven, pero si o fan durante unha parte da súa vida, na fase larval, cando forman parte do plancto.



Tal como vimos no seu ciclo de vida, esta fase larval permítelles aos mexillóns espallárense polo noso litoral na procura dun substrato adecuado para vivir.

Se vos fixades, en Galicia temos mexillóns por todas as partes, pero sobre todo nas bateas... onde os bateeiros ou miticultores os cultivan, pero...

Como conseguen que tantos mexillóns escollan as bateas para vivir?

A solución a esta cuestión, na seguinte ficha.

Como conseguen os
bateiros que tantos
mexillóns escollan as
bateas para vivir?



Por que hai tantos mexillóns nas bateas? Como chegan ata alí?

■ Actividade inicial

Para levar a cabo esta actividade necesitarás un ordenador con conexión a internet.

- 1.- Entra na páxina www.pescadegalicia.com
- 2.- Sinala a opción “Plataforma Tecnolóxica da Pesca”.
- 3.- Agora fai clic en “estadísticas”.
- 4.- Sinala a opción “Vendas nas Lonxas (agrupado por especie)”.
- 5.- En “Especies” fai clic en “Mexilla”.
- 6.- En “Lonxas”, abaixo de todo, sinala “Todas”.
- 7.- En “Anos”, sinala dende o 1 de xaneiro ata o 31 de decembro do ano anterior.
- 8.- Agora fai clic en “Confirmar”.
- 9.- Copia os datos nun papel e vai atrás no navegador para volver a “Vendas nas Lonxas (agrupado por especie)”.
- 10.- Agora, en “Especies”, selecciona “Ostra plana” ou “Longueirón”.
- 11.- En “Lonxas”, abaixo de todo outra vez, sinala “Todas”.
- 12.- En “Anos”, sinala as mesmas datas que para a mexilla
- 13.- Pica en “Confirmar”.
- 14.- Copia os datos debaixo dos que obtiveches para a mexilla.

Cal das dúas especies vendeu máis quilos no último ano?

Qué é a mexilla?

De onde vén a mexilla?



■ Vexamos a resposta:

Despois da ficha anterior, sabemos que os mexillóns teñen unhas fases larvarias na que son levados pola auga formando parte do plancto. Poderíamos, polo tanto, pensar que os mexillóns das cordas das bateas chegaron ata alí en forma de larvas, levados polas correntes.

De feito, os cultivadores de mexillón, ou **miticultores**, penduran das súas bateas cordas baleiras, chamadas **colectoras**, na época de reprodución do mexillón. O obxectivo é que as larvas escollan este substrato como o definitivo para pasar o resto da súa vida.

O sistema de cultivo de mexillón en Galicia necesita para o seu desenvolvemento dunha gran cantidade de **semente** de mexillón (individuos xuvenís de entre 1 e 2 cms de lonxitude). A semente que se adhire por si mesma ás cordas non é suficiente, por iso tamén a recollen das rochas do litoral onde se adhíren a maioría das larvas de mexillón. Esta semente das rochas é a que venden nas lonxas baixo o nome de «mexilla», e constitúe o 60% do total da semente que se precisa para manter o cultivo de mexillón en Galicia.

O sistema de cultivo de mexillón está baseado na utilización de **bateas** e **liñas ou long-lines**:

- As bateas.

Son estruturas flotantes constituídas por vigas de madeira entrecruzadas, ancoradas ao fondo, de onde penduran cordas nas que se cultiva o mexillón (Fig. 6.1a).



Fig. 6.1a

-Liñas ou long-line.

Aínda que as bateas son as estruturas máis coñecidas, este sistema tamén se utiliza en Galicia. Consiste nunha liña de flotadores unidos por unha **liña nai**, corda principal da que se colgan as cordas de cultivo (Fig. 6.1b). Esta estrutura queda ancorada ao fondo mediante un peso ao inicio e outro ao final da liña.



Fig. 6.1b

A mexilla, recollida directamente das rochas, é **encordada** para o seu engorde na batea ou no long-line. O encordado consiste no reparto do mexillón ao longo dunha corda que se recobre cunha “**venda**” de algodón (Fig. 6.2) para que o mexillón non caia mentres non segrega novas febras de bisco, ou sexa, mentres non é capaz de suxeitarse por si mesmo. Tras dez días aproximadamente, a venda degrádase. Este tempo é abondo para que os individuos xa estean perfectamente fixados á corda.



Fig. 6.2. Encordado manual da mexilla.

A semente de mexillón recollida nas cordas colectoras mantense nestas arredor de dous meses, ata que obtén un tamaño manexable (1-2 centímetros; Fig. 6.3). Nese momento realízase a **partida**, proceso que consiste na separación do mexillón das cordas para volver encordalo a unha menor **densidade**; é dicir, introducindo un menor número de individuos por corda, de xeito que mellora o crecemento e se evita que exista un exceso de peso nas cordas que provoque que o mexillón se desprenda e caia ao fondo.



Fig. 6.3. Cordas colectoras antes da partida.

Na partida, as cordas pasan por un cepillo acoplado a unha cesta onde se recolle o mexillón que se vai desprendendo en piñas (Fig. 6.4). Para desfacer estas piñas pásanse por unha máquina debulladora, que separa uns individuos dos outros. Posteriormente son encordados do mesmo modo ca a semente recollida das rochas.



Fig. 6.4. Detalle do cesto e o cepillo co que se separa o mexillón das cordas.

Unha vez plantada a semente, ben tras a recollida directa das rochas ou tras o proceso de partida das cordas colectoras, déixase medrar nas bateas ata que alcanza un tamaño arredor dos 4-5 centímetros. Chegados a este tamaño, realízase o **desdoblamento**, técnica de cultivo análoga á da partida. O mexillón despréndese das cordas, débúllanse as piñas, e vólvese encordar aínda a menor densidade ca na partida.

Nesta ocasión, antes do encordado, realízase unha clasificación por tamaños, utilizando unha mesa clasificadora (Fig. 6.5) para permitir unha colleita máis homoxénea. Ademais, ao ser o mexillón dun maior tamaño, pódense utilizar **máquinas encordadoras**, que aceleran a sementeira das novas cordas.



Fig. 6.5. Debulladora e mesa clasificadora.

Os mexillóns das cordas procedentes do desdobraemento mantéñense na batea ata alcanzar tamaños arredor dos 8 centímetros para proceder á súa colleita (Fig. 6.6).

Dende o plantado da mexilla (primeiro encordamento da mexilla) ata a colleita transcorren, dependendo da zona, entre quince e dezaoto meses. Na colleita, o mexillón despréndese das cordas, débúllase e clasifícase por tamaños para a súa comercialización.

Aínda que o tamaño mínimo comercial se atopa nos 5 centímetros, canto maior sexa o tamaño e contido en carne do mexillón, maior é a súa cotización no mercado.

Clasificación Comercial:

O mexillón fresco recibe catro denominacións diferentes dependendo do tamaño e, polo tanto, do número de pezas que entran nun quilo:

Especial-1: <-23 pezas/kg

Especial-2: entre 24 e 27 pezas/kg

Normal-1: entre 28 e 32 pezas/kg

Normal-2: entre 33 e 40 pezas/kg



Fig. 6.6. Barco levando a colleita do mexillón a porto.

■ Actividade final: traballo en grupo.

Utilizando o Google Earth ou algún programa similar, facede unha busca aérea nas rías galegas dos **polígonos bateiros**. Buscade tamén cultivos en *long-lines*. Non vos esquezaades de visitar a Ría de Arousa que é a ría onde se atopa un maior número de bateas e a Ría de Ares onde podedes observar as *long-lines*. Comentade os resultados na aula.

A continuación observade o vídeo *Ecofisioloxía e cultivo do mexillón* que podedes atopar no DVD.



Xa sabemos que os mexillóns se cultivan nas bateas ou nas liñas *long-line*. Tamén sabemos que poden chegar ata elas, ben fixándose de xeito natural nas cordas colectoras ou mediante o proceso de encordado de mexilla recollida das rochas que fan os miticultores.



Coñecemos tamén o sistema de cultivo completo, dende que se planta (encorda) a semente ata que se fai a colleita previa á comercialización, pero...

Podemos comer os mexillóns tal e como se recollen das cordas das bateas?

A solución a esta cuestión, na seguinte ficha.

Como chegan os
mexillóns dende as
bateas ata os
expositores do
supermercado?



Cal é o camiño que percorren os mexillóns dende a batea ata que os
vemos nos expositores dos supermercados?

■ Actividade inicial: traballo en grupo

Divididos en grupos, visitade grandes supermercados e buscade todas as formas nas que poidades atopar mexillón para consumo humano. Anotade para cada unha: presentación (indicade se o produto ten ou non cuncha), forma de conservación, temperatura de almacenamento, orixe dos produtos, especie, data de caducidade, número de días de conservación, peso neto, peso escorrido, líquido no que está contido o produto e todos aqueles datos que considereades importantes.

Animádevos a facer vós mesmos unha táboa e ir completándoa.



Xuntádevos na aula e comparade os datos das táboas.

Entre todos, cantas formas distintas de presentación atopastes...? Sabedes que pasos segue o mexillón dende a batea ata o supermercado? (Esquecédevos agora das outras columnas: utilizarémolas máis adiante na actividade final).

Vexamos a resposta:

Como vimos na anterior ficha, o cultivo, engorde e extracción dos mexillóns realízano os bateiros/miticultores que, no camiño dende a batea (Fig. 7.1) á mesa, actúan como os produtores da **materia prima**.



Fig. 7.1. Batea.

Ata chegar ao supermercado esta materia prima pasa por diferentes etapas dependendo do seu destino final. Se o destino é a venda como **produto fresco** (A), os mexillóns teñen que proceder de augas moi limpas ou pasar primeiro por unha **depuradora**, mentres que se o obxectivo é a venda como **produto elaborado** (B), diríxese directamente ás **plantas de procesado** onde se garante a eliminación dos microorganismos **patóxenos** e toxinas mediante tratamentos térmicos axeitados.

(A) PRODUTO FRESCO

Refírese ao mexillón que se vai vender vivo. Nesta vía de comercialización, o paso máis importante é a depuración.

As depuradoras

Nos centros de depuración os moluscos bivalvos vivos mantéñense o tempo necesario para que poidan eliminar a contaminación de orixe microbiana co fin de convertelos en aptos para o consumo humano.

Cando se fala de riscos asociados ao consumo de moluscos filtradores sempre pensamos nas **biotoxinas** mariñas que, non obstante, non poden ser eliminadas nas depuradoras. Cando hai risco de contaminación por biotoxinas péchanse os polígonos de bateas e os mexillóns non se poden extraer do mar. Como dicíamos, ademais da contaminación por toxinas, existen outros riscos asociados á contaminación microbiolóxica das augas costeiras que son moito máis frecuentes nas nosas rías e que si poden ser eliminados nas depuradoras.

Fagamos un breve repaso da forma de alimentárense os mexillóns:

Xa sabemos que os mexillóns se alimentan filtrando as partículas en suspensión que hai na auga de mar (Fig. 7.2).

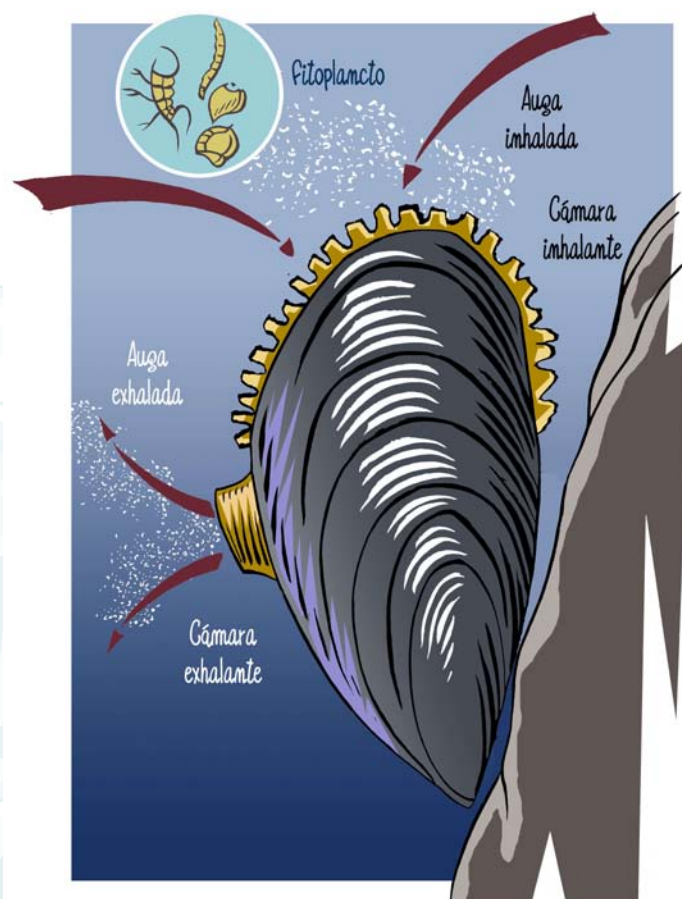


Fig. 7.2: Funcionamento do aparato filtrador dun mexillón

Esta forma de alimentación fai que os mexillóns concentren no seu organismo os microorganismos presentes no ambiente en que viven.

Nas augas das nosas rías, ademais do fitoplancto que xa estudamos na ficha 3, existen outros microorganismos que son nocivos para os humanos. Como exemplo temos a bacteria de orixe humana (ex.: *Escherichia coli*) que chega ao mar a través de vertidos de augas fecais nos ríos ou de instalacións agrícolas ou gandeiras.

Se inxerimos mexillóns sen depurar, estas bacterias concentradas no seu intestino pódennos provocar distintas infeccións ou trastornos intestinais. O consumo de mexillóns frescos sen depurar pode ser, polo tanto, perigoso para a saúde. Non se deben coller mexillóns directamente das bateas ou das rochas para consumir na casa, xa que non temos a seguridade de que sexan aptos para o consumo humano, e aínda que os cociñemos non podemos estar seguros de que os microorganismos desaparezan.

Nas depuradoras (Fig. 7.3) os mexillóns mantéñense durante corenta e oito horas en contacto con augas cloradas, sen contaminación microbiana.



Fig. 7.3. Depuradora de mexillón

Neste tempo o mexillón elimina os restos orgánicos que ten no aparato dixestivo, cargados de xermes, ata acadar niveis aptos para o consumo humano. A Comisión Europea é a responsable de establecer os niveis permitidos:

Regulamento 2073/2005 da Comisión Europea relativo aos criterios microbiolóxicos aplicables aos produtos alimenticios

Criterio de seguridade alimentaria para os moluscos bivalvos vivos baseado na análise de:

- *E. coli*, como indicador de contaminación fecal (< 230 NMP*/100g)
- *Salmonella* (ausencia/25g)

O incumprimento implica a non comercialización ou a retirada do produto do mercado.

* Número máis probable

Nalgunhas ocasións, en produtos de moita calidade, liña *gourmet* ou *delicatessen*, é necesario coidar a presentación (Fig. 7.4). Nestes casos os mexillóns, despois da depuradora e antes de seren envasados, son sometidos a procesos de limpeza e desbisado.



Fig. 7.4. Produto etiqueta negra

Limpeza

Mediante esta operación mecánica prodúcese o desprendemento de restos orgánicos vivos adheridos ou incrustados na superficie das cunchas (Fig. 7.5). Esta parte do proceso realízase por cepillado e cun chorro de auga a presión.



Fig. 7.5. Etapa do proceso de limpeza

Desbisado

Proceso polo cal o mexillón é desprovisto do biso. Como sabedes, o biso é o sistema de fixación dos mexillóns ao substrato (ficha 5). Distínguese entre a unión das cunchas e está adherido á vianda. O desbisado realízase mecanicamente con tubos cilíndricos que rotan en sentido inverso (Fig. 7.6), enganchando as febras do biso e retirándoo.



Fig. 7.6. Tubos cilíndricos para desbisado do mexillón

Na figura 7.7 podedes ver as diferenzas:



Fig. 7.7. Mexillóns sen limpar e limpos

En calquera caso, os mexillóns limpos, pasada a fase da depuradora, xa poden ser comercializados como produto fresco. Os mexillóns frescos deben comercializarse sempre vivos.

Pero como se consegue que o mexillón se manteña vivo o máximo tempo posible?

Pensade que, dende que saen da depuradora ata que chegan á nosa casa, os mexillóns deben manterse vivos, polo tanto os distribuidores necesitan conservalos en condicións óptimas o maior tempo posible.

Conservación do mexillón en vivo:

I.- Refrixerado:

O mexillón vivo colócase en bolsas de malla ou caixas de madeira (Fig 7.8) e consérvase en cámara refrixerada a 2-3° C .



Fig 7.8. Mexillóns á venda en caixa

II.- Refrixerado e envasado en atmosferas modificadas (ou protectoras):

Investigacións realizadas no campo da conservación dos alimentos mariños conseguiron un novo formato de presentación do mexillón vivo. Trátase de envases de material plástico, tipo bolsa, que actúan como barreira do ambiente exterior. É necesario manter estes envases refrixerados a 3 °C.



Fig. 7.9. Mexillóns á venda en atmosferas modificadas

No interior destes envases nos que están os mexillóns vivos introdúcese unha atmosfera modificada respecto do aire exterior composta por algún dos compoñentes do aire pero en diferentes proporcións (normalmente dióxido de carbono, osíxeno e nitróxeno).

Esta atmosfera modificada a unha temperatura de 3 °C permite prolongar a vida dos mexillóns envasados, aumentando substancialmente o tempo de comercialización do produto.

ATMOSFERA	ENVASE	Vida útil
Aire	Bolsa de malla	3-4 días
“Protectora”	Barreira dos gases	8-10 días

Pensade no importante deste descubrimento de cara á xestión do produto: transporte, poder mercar para toda a semana...

(B) PRODUTO ELABORADO

O mexillón cociñado pode chegar a nós de moi variadas formas e presentacións. Os produtores e comercializadores esfórzanse por conseguir un produto diferente dos demais para que sexa o escollido polos consumidores.

Os cocedoiros

A parte comestible do mexillón chámase vianda e é moi pequena en relación coa cuncha. Nos cocedoiros cócese o mexillón, separando a vianda da cuncha. Esta, acabada de cocer, refrixerada ou conxelada, subminístraselles ás empresas transformadoras para a elaboración dos produtos.

IMPORTANTE: Fixádevos en que todos os procesos de elaboración industrial do mexillón comezan sempre por este paso de cocción en auga ou vapor.

As empresas transformadoras

Elaboran o mexillón nos formatos definitivos en que chegan ao consumidor.

Técnica de Conservación

O mexillón cociñado pode ser comercializado en diferentes envases (metálicos, plásticos, de cristal...) dependendo da técnica de conservación utilizada.

I.- Esterilización:

Os mexillóns envásanse en recipientes herméticos (Fig. 7.10) e de **alta resistencia térmica** (ex.: metálico, cristal) cun **líquido de goberno ou de cobertura** que pode ser salsa, aceite ou **salmoira**. A presenza deste líquido favorece o tratamento térmico e a estabilización posterior durante o almacenamento, evitando cambios indesexables na calidade, como mudanzas na cor ou a aparición de sabores estraños, como, por exemplo, a alteración dos lípidos cando hai osíxeno no envase.

O proceso de esterilización somete o alimento envasado a temperaturas superiores a 110° C durante un tempo determinado, o que asegura a desaparición da totalidade dos microorganismos e as súas formas de resistencia (esporas). Tras este proceso, os mexillóns, namentres estean ben pechados no seu envase, pódense almacenar a temperatura ambiente nos supermercados e nas nosas casas.



Fig. 7.10. Latas de conserva.

II.- Pasteurización:

Os mexillóns sométense a tratamentos térmicos suaves, sempre inferiores a 100°C. Aínda que as temperaturas máis habituais son 60-80°C, no caso dalgúns produtos máis viscosos, como por exemplo o paté de mexillón, é máis conveniente tratalos a 95°C. A pasteurización elimina todos os microorganismos patóxenos, pero non as posibles formas esporuladas. Os produtos pasteurizados comercialízanse en baleiro parcial, en envases herméticos que impiden a recontaminación do alimento. É importante manter en frío estes alimentos ao longo da cadea de distribución e ata o momento do consumo, ben sexa nas nosas casas, ben nos establecementos hostaleiros, e sempre ata o momento de consumo.

III.- Conxelación:

O produto é conxelado inicialmente a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ para asegurar unha boa conxelación, pero despois pódese manter a temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Os produtos conxelados con mexillón podémolos encontrar en distintas presentacións: sós, previamente cociñados ou acompañados doutros produtos, como vexetais, preparados para paella (Fig. 7.11), etc.



Fig. 7.11. Preparado con mexillóns á venda na sección de conxelados duns grandes almacéns.

IV.- Atmosferas modificadas:

Este sistema de conservación xa o coñecedes; é un dos que se utilizan para comercializar os mexillóns vivos. Tamén os moluscos elaborados se conservan nun envase onde o aire da atmosfera interior foi substituído por unha atmosfera modificada (Fig. 7.12). É conveniente mantelos refrixerados a $3\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Fig. 7.12. Presentación de mexillóns á venda en atmosfera modificada.

V.- Semiconserva:

O produto consérvase nun envase mediante o uso de líquidos de goberno que garantan a estabilización deste, baixa acidez, encimas propias, especias, etc. É conveniente manter os mexillóns en semiconserva refrixerados a 3 °C (Fig. 7.13).



Fig. 7.13. Mexillóns a venda en semiconserva.

Como podedes ver, existen moitas formas de conservar os alimentos mariños en xeral e os mexillóns en particular.

Una vez transformados e envasados na súa presentación final do produto, estes pasan polas canles de distribución que serven de enlace entre as empresas transformadoras e os puntos de venda final ou empresas de restauración. Desta maneira poderán chegar ata o **punto final de venda**, o lugar onde compra o consumidor doméstico: peixería, comercio tradicional e grandes superficies (Fig. 7.14).



Fig. 7.14. Expositor con moluscos bivalvos vivos nuns grandes almacéns

Unha vez chegados o punto de venda... que determina o prezo dos produtos derivados do mexillón?

Son moitos os factores que afectan ao prezo final dos mexillóns. Algúns dos máis importantes son a época do ano en que se recollen, a zona de cultivo e a especie, e o **talle** do mexillón. Tamén é moi importante ter en conta, no momento de fixar o prezo, todos os procesos que revisamos nesta ficha. As presentacións que precisen máis man de obra e os procesos tecnolóxicos máis avanzados, serán consecuentemente os máis caros. Tamén influirán os materiais nos que presentamos o produto final, así como os requisitos de mantemento no punto de venda. Finalmente terán tamén moita influencia no precio final as políticas de marca das empresas comercializadoras do produto final, sobre todo polos gastos asociados á publicidade e campañas de mercadotecnia para dar a coñecer e posicionar o produto no mercado.

■ Actividade final: traballo en grupo.

Collede a táboa que fixestes na actividade inicial e contestade a estas preguntas. De todas as formas e presentacións que atopastes:

Cal é o mexillón máis caro? E o máis barato?

Cal é o mexillón máis fresco? É dicir, que presentación é a que máis tempo conserva os mexillóns vivos?

Que produto ten o tempo de vida útil máis longo? Ten isto algo que ver co proceso de conservación?

Para facerdes esta actividade tendes que comparar as distintas presentacións tendo en conta que haberá que usar parámetros que sexan comparables entre eles. Por exemplo, non é o mesmo comparar o prezo dun quilo de viandas cocidas cun quilo de mexillóns que compredes para cocer na casa.

Pensade nas cunchas e na auga que vai dentro delas e que o consumidor non aproveita, pero que están incluídas no peso final do produto.

No caso de formas de presentación parecidas hai outros factores que se poden comparar. Por exemplo, entre distintas marcas dunha conserva, comparade o prezo cando cambia o tamaño do mexillón. Fixádevos que no estoxo hai un número marcado, por exemplo, 6/8 ou 10/14. Este número indica que o envase contén de 6 a 8 e de 10 a 14 viandas respectivamente, para un mesmo peso neto.

Tamén tende en conta que, no caso do mexillón fresco, se distinguen catro categorías en función do número de mexillóns por quilo (máis información sobre a clasificación comercial na ficha 6)

Outros factores, como o líquido de cobertura ou as gamas de calidades distintas, tamén inflúen. Como xa indicamos na ficha, moitas marcas teñen unha liña *gourmet* ou *delicatessen* na que se busca unha maior calidade e que adoitan ter un incremento de prezo.

Material necesario: caderno e bolígrafo.



Xa sabemos que os mexillóns non se poden coller directamente das bateas nin das rochas, xa que teñen que pasar primeiro pola depuradora. Tamén sabemos que percorren un longo camiño dende que os bateiros os recollen nas bateas ata que chegan aos puntos de venda.



Sabemos ademais que todos os procesos nos que o mexillón non se consume en fresco empezan nos cocedoiros. Nas rías galegas prodúcense unhas 250.000 toneladas anuais de mexillóns. Un 60% desta produción vai directamente aos cocedoiros, pero...

Que pasa coa auga de cocción? Onde se bota? É un residuo ou pódese aproveitar?

A solucións a estas cuestións, na seguinte ficha.

A auga de cocción
dos mexillóns é un
residuo ou pódese
aproveitar?



Sabes cantos litros de auga de cocción de mexillón se producen
ao ano en Galicia?

■ Actividade inicial

- 1.- Cortar un tomate en anacos e deixalos ao aire. Pasados tres ou catro días ha aparecer unha peluxe negra. Trátase dun fungo moi común nos vexetais, o *Aspergillus niger*.
- 2.- Por outra banda, coller uns mexillóns e metelos nunha pota cun dedo de auga. Poñelos ao lume e cando estean cocidos, retíralos. Deixar arrefriar a auga de cocción.
- 3.- Engadir sobre a auga de cocción, xa a temperatura ambiente, un anaquiño de tomate con *Aspergillus niger*.
- 4.- Deixar o líquido resultante tapado cun papel poroso (de envolver, ou dos que usades como panos da mesa) entre un e dous días. Ide botando unha ollada e movendo de cando en vez.

Contestade agora estas preguntas:

Que é o que pasa co *Aspergillus niger*?
Desapareceu ou medrou na pota?
Por que?



■ Vexamos a resposta:

Se todo foi ben no experimento, o fungo medrou por riba da auga de cocción dos mexillóns. Isto significa que o *Aspergillus niger* atopou “algo” na pota que lle serviu como substrato, é dicir, que o nutriu.

Ese “algo” son o glicóxeno e as proteínas. As augas resultantes da cocción dos mexillóns (a partir de agora chamáremolas EPM: **efluentes do procesamento de mexillón**) son ricas en materia orgánica, en especial glicóxeno e proteínas, e existen organismos que poden sacar proveito deles (na nosa experiencia o *Aspergillus niger*). Vexamos o tema polo miúdo pensando nas augas de cocción dos mexillóns procedentes da industria en Galicia.

Das 250.000 toneladas anuais de mexillón que se producen nas rías galegas, un 40% consómese en fresco, ingresando o resto en diferentes procesos de elaboración industrial que comezan sempre por un paso de cocción en auga ou ao vapor. Este proceso produce unha grande cantidade de EPM.

E que é o que se fai con tantos EPM?

Pois o máis común é verter os EPM libremente nas rías. Estes vertidos representan entre 50 e 80 millóns de litros por ano. Pero non vos asustedes: aínda que estas cifras poidan parecer moi elevadas, se as comparamos cos vertidos totais de augas residuais só na Ría de Vigo (3.000 L/s), os EPM de toda Galicia (1,5-2,5 L/s) non supoñen, en principio, un risco ecolóxico importante no ecosistema litoral galego.

Non obstante, hai que considerar que ao entraren os EPM nas augas litorais, tenden a favorecer o crecemento dos organismos que descompoñen a materia orgánica. Estes organismos consomen o osíxeno da auga nun proceso coñecido como **eutrofización**. Deste xeito, os EPM constitúen un caso típico de contaminación por exceso de nutrientes.

Reparade en que o problema non é que introduzamos nas augas litorais unha substancia tóxica, senón que sobrealimentamos o sistema, levándoo a un estado no cal se favorece a uns poucos organismos (os que descompoñen a materia orgánica) que crecen moito a forza de non deixar medrar a outros (basicamente fotosintéticos). Esta situación acaba producindo unha diminución da biodiversidade do ecosistema das rías, e da calidade ambiental das súas augas.



Pero si os EPM teñen nutrientes, non poderíamos aproveitalos?

É interesante e necesario valorar se os EPM poden constituír un recurso aproveitable antes de ser vertidos nas rías, tanto para tirar o máximo proveito deles, como para evitar unha degradación progresiva da calidade ambiental das rías.

Vexamos como obter algún proveito dos EPM, aliviando ao mesmo tempo a súa carga orgánica antes de vertelos ás rías. Na actualidade existen varias alternativas:

1. A solución do “pozo negro”

Se os microorganismos descompoñedores tiran proveito dos EPM, unha solución é dárllelos precisamente a eles, mais manténdoo controlados nun espazo restrinxido.

As fosas sépticas ou pozos negros foron a solución tradicional ás augas fecais domésticas. Agora a solución refinada é a dos **dixestores anaerobios** (Fig. 8.1), que mesmo permiten, o uso como combustible dos gases que desprende o proceso.



Fig. 8.1. Exemplo de dous dixestores anaerobios

En calquera caso, esta opción do “pozo negro” non ten moito de aproveitamento, xa que se tratan os EPM coma se fosen augas fecais.

2. Recuperación dos compostos orgánicos

Para recuperar as proteínas e o glicóxeno dos EPM antes de vertelos ás rías, temos varias opcións. No caso das proteínas, **precipítan** ao se acidificaren os EPM, podéndose recuperar por **decantación** (Fig.8.2) ou **centrifugación** (Fig.8.3). Unha vez separadas as proteínas, o glicóxeno pode precipitarse pola súa banda engadindo alcohol.



Fig.8.2
Decantador, no que se observan a separación da fracción proteica (amarelo superior) do resto dos EPM (azul inferior).



Fig.8.3
Interior dunha centrífuga, na que, ao facer xirar os tubos con EPM colocados no seu interior a unha velocidade determinada, conseguiremos separar a fracción proteica dos EPM, por mor da forza centrífuga.

A fracción proteica é de pouco valor, mentres que o glicóxeno é de alto valor pero de mercado escaso. Con todo, ultimamente os usos cosméticos están contribuíndo a aumentar o consumo de glicóxeno, o que podería facer interesante esta vía.

En Galicia existen empresas dedicadas á xestión, tratamento e valorización de subprodutos de orixe mariña (entre eles os EPM), con destino á industria cosmética.

3. Preparación de aditivos alimentarios

Cando sometemos os EPM a un proceso de desecación, as augas concentradas ou o residuo sólido que obtemos, poden utilizarse como aditivo alimentario con certas propiedades aromatizantes, saborizantes ou palatabilizantes.

Este recurso non é rendible a grande escala, xa que só se lles podería aplicar a pequenos volumes de EPM.

4. As bioconversións microbianas

Aínda que non sexamos conscientes, dende hai moito tempo utilízanse microorganismos descompoñedores para fins produtivos. Pan, viño, cervexa, iogures e outros alimentos fermentados, así coma antibióticos e outros fármacos, son exemplos cotiáns nos que é esencial a acción de bacterias, lévedos ou microfungos.



Como o alimento básico destes organismos son os **hidratos de carbono**, parece razoable pensar que o glicóxeno contido nos EPM podería servir de medio para o seu cultivo. Deste xeito, ao tempo que depuran as augas consumindo a súa materia orgánica, poderían ter outras utilidades produtivas, beneficiosas para nós.

Pero o glicóxeno contido nos EPM é unha macromolécula conformada por moitas cadeas ramificadas de glicosa. A estrutura molecular do glicóxeno é moi grande, o que provoca que a meirande parte dos microorganismos non o poidan aproveitar directamente, e teñan que despolimerizalo (descompoñelo) en moléculas de glicosa soltas, as cales xa pódense aproveitar para a súa alimentación.

Como fan moitos outros microorganismos, no noso caso, o *Aspergillus niger* foi quen de hidrolizar o glicóxeno en moléculas soltas de glicosa mediante unhas **encimas** chamadas **amilasas** tal e como se describe na figura 8.4. Se conseguimos facer este proceso a nivel industrial, os EPM pódense converter en fontes de glicosa para alimentar procesos produtivos coma os descritos anteriormente.

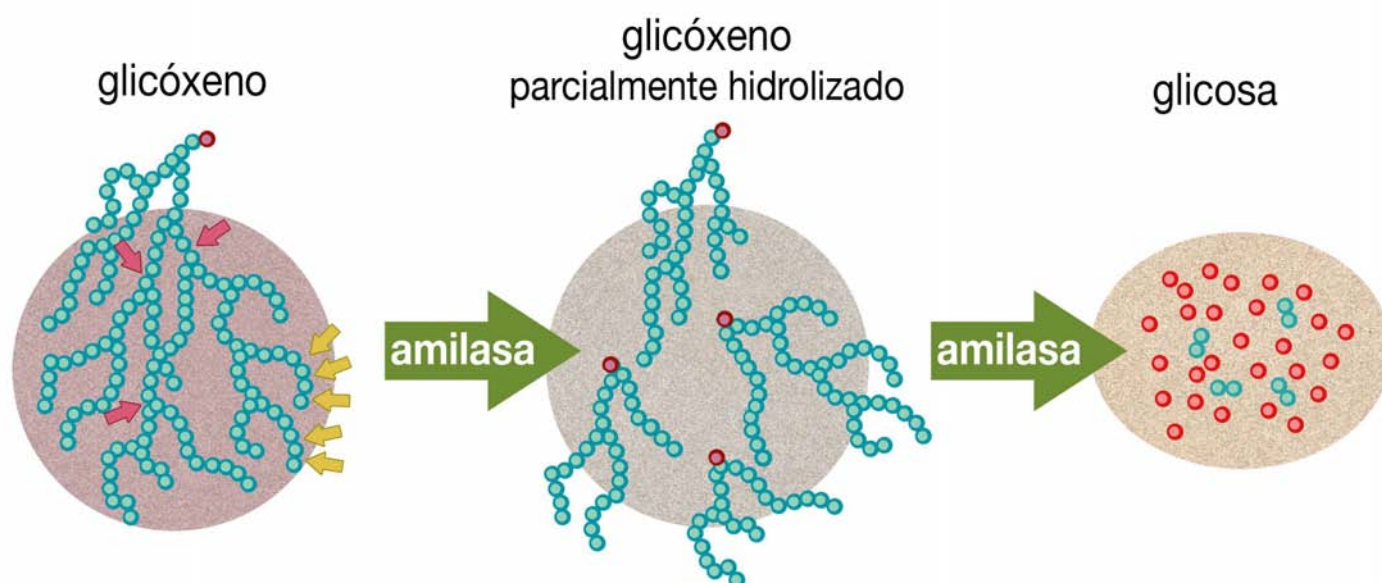


Fig. 8.4. O glicóxeno é un **polímero** de glicosa (aquí simbolizada polos puntos). A encima amilasa hidroliza rapidamente os enlaces desprendendo cadeas cada vez máis pequenas en cada corte. Os produtos finais dunha hidrólise exhaustiva son finalmente a glicosa (unha molécula representada polos puntos negros soltos), e en menor medida a maltosa (dous moléculas de glicosa xuntas, representadas polos puntos verdes xuntos).

Unha vez aproveitado o glicóxeno das EPM, estes xa pódense verter ás rías sen a preocupación de que poidan favorecer o proceso de eutrofización.

Podemos concluír que os EPM son recursos potenciais para a obtención de produtos de elevado valor nutritivo e mesmo de interese industrial. Non obstante, a escasa implantación no ámbito mariño dunha lexislación ambiental operativa, unida ao atraso tecnolóxico do sector, fan do mar, aínda hoxe en día, un cómodo sumidoiro dos residuos procedentes das actividades que se desenvolven no litoral.

Actualmente, as investigacións no campo dos refugallos intentan poñer solucións a esta situación, buscando a diversificación dos produtos obtidos a partir dos EPM, e en función dos microorganismos utilizados nestes procesos. Tendés máis información dalgúns destes procesos no DVD.

Actividade final

Completrade a seguinte táboa co axuda da web. Fixádevos na de posibilidades que ten o aproveitamento dos residuos e subprodutos pesqueiros, e tamén das algas.

ORIXE	NOME	NATUREZA QUÍMICA	UTILIZACIÓN	PRODUTOS FINAIS
EPM	Glicóxeno	Hidrato de Carbono	Función estrutural e achega de enerxía.	Alimentos funcionais e enerxéticos.
EPM	Taurina	Proteína	Cardiotónico.	Bebidas enerxizantes.
Ollos dos peixes	Ácido Hialurónico		Xelificante, hidratante.	Cremas cosméticas, apósitos médicos, colirios.
Peles dos peixes	Xelatina		Espesante, xelificante e estabilizante.	
Páncreas peixes cartilaxinosos	Proteases		Melloradores da dixestión por rotura de proteínas de cadea longa.	
Cacho crustáceos	Astaxantina (caroteno)		Colorante alimentario, antioxidante.	
Cacho crustáceos	Quitina		Espesante, estabilizante e quelante das graxas.	
Esqueletos peixes cartilaxinosos	Condroitín sulfato		Protector de articulacións, proporciona elasticidade.	
Algas	Sorbitol		Humectante, emulsionante e edulcorante.	
Algas	Carraxenatos		Espesante, xelificante e emulxente. Estabilizante de proteínas lácteas.	
Algas	Ágar-ágar		Espesante, xelificante e estabilizante.	
Algas	Manitol		Edulcorante.	
Algas	Xilitol		Edulcorante.	

Recursos DVD: Solución á actividade.

Xa sabemos que que malia as augas de cocción dos mexillóns seren ricas en glicóxeno e proteínas, a práctica común é vertelas nas nosas rías. Non obstante, as oportunidades de aproveitamento que presentan deberían facer que fosen consideradas como un recurso explotable.

Sabemos tamén que diversos organismos, como por exemplo os fungos ou os lévedos, poden sacar proveito dos efluentes. Isto permite obter unha gran variedade de produtos de elevado valor engadido.



Na actualidade estanse a desenvolver investigacións que buscan o aproveitamento a escala industrial dos EPM con dous obxectivos: tirar proveito deles e aliviar a súa carga orgánica antes de vertelos.

E falando de valor engadido e de produtos de calidade dos...

Cando cocemos na casa uns mexillóns ao vapor... estamos seguros de que son galegos?...

Como podemos recoñecer os mexillóns das nosas rías?

A solución a esta cuestión, na seguinte ficha.

Teñen DNI os
mexillóns?



Cómo podemos identificar os mexillóns das rías galegas?

■ Actividade inicial

Fai unha busca das especies de mexillón existentes no mundo.



Sabes cal é a especie que se cultiva en Galicia?



■ Vexamos a resposta:

Os mexillóns que se cultivan en Galicia son da especie *Mytilus galloprovincialis*. Como poderíades comprobar existen outras coma o *Mytilus edulis*, *Mytilus trossulus*, *Mytilus californianus*, *Perna spp.*, *Choromytilus spp.*, e *Brachidontes spp.*, pero estas especies corresponden a mexillóns doutras localizacións xeográficas.



Fig. 9.1. Mexillóns *M. galloprovincialis*, nun punto de venda.

Galicia produce o 99% dos mexillóns que se cultivan en España, que é, dentro da Unión Europea, o primeiro país produtor de mexillón (250.000 toneladas anuais). Isto fai que o noso mexillón sexa un produto cun marcado carácter galego e, dende logo, cunha importancia económica notable en Galicia.

O noso DNI serve para acreditar a identidade das persoas. Os mexillóns non teñen DNI, pero si que é necesario coñecer datos da súa identidade. Vexamos máis polo miúdo este asunto.

CADEA ALIMENTARIA

Os alimentos que comemos chegan ata as nosas casas a través dunha serie de elos ou etapas. O conxunto destas etapas denomínase **cadea alimentaria**.

No caso da cadea dos produtos mariños (Fig. 9.2), como o mexillón, esta pode ter maior ou menor número de elos dependendo do tipo de produto de que se trate.



Fig. 9.2. Cadea dos produtos mariños dende os produtores aos consumidores.

Pero... como podemos coñecer todas as etapas polas que pasou un alimento?

Pois mediante a **trazabilidade**. No ámbito dos alimentos este concepto vén definido nun regulamento europeo, concretamente no Regulamento 178/2002:

L 31/8

ES

Diario Oficial de las Comunidades Europeas

1.2.2002

- 13) «Comunicación del riesgo», el intercambio interactivo, a lo largo de todo el proceso de análisis del riesgo, de información y opiniones en relación con los factores de peligro y los riesgos, los factores relacionados con el riesgo y las percepciones del riesgo, que se establece entre los responsables de la determinación y los responsables de la gestión del riesgo, los consumidores, las empresas alimentarias y de piensos, la comunidad científica y otras partes interesadas; en ese intercambio está incluida la explicación de los resultados de la determinación del riesgo y la motivación de las decisiones relacionadas con la gestión del riesgo.
- 14) «Factor de peligro», todo agente biológico, químico o físico presente en un alimento o en un pienso, o toda condición biológica, química o física de un alimento o un pienso que pueda causar un efecto perjudicial para la salud.
- 15) «Trazabilidad», la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinados a ser incorporados en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo.
- 16) «Etapas de la producción, transformación y distribución», cualquiera de las fases, incluida la de importación, que van de la producción primaria de un alimento, inclusive, hasta su almacenamiento, transporte, venta o suministro al consumidor final, inclusive, y, en su caso, todas las fases de la importación, producción, fabricación, almacenamiento, transporte, distribución, venta y suministro de piensos.
- 17) «Producción primaria», la producción, cría o cultivo de productos primarios, con inclusión de la cosecha, el ordeño y la cría de animales de abasto previa a su sacrificio. Abarcará también la caza y la pesca y la recolección de productos silvestres.
- 18) «Consumidor final», el consumidor último de un producto alimenticio que no empleará dicho alimento como parte de ninguna operación o actividad mercantil en el sector de la alimentación.

E para que serve a trazabilidade nos produtos do mar?

A trazabilidade serve para coñecer en todo momento a orixe xeográfica (onde se pescou, onde se cultivou), a data de captura ou extracción e a identidade dos produtos mariños.

Coñecer esta información permite:

- Aos axentes da cadea (por exemplo, a industria conserveira) establecer un sistema de retirada rápido e eficaz de produtos defectuosos;
- Aos axentes da cadea e á administración, a retirada específica de produtos en casos de crise alimentaria (perigos para a saúde dos consumidores);
- Aos axentes da cadea, utilizala como ferramenta de xestión de calidade, como, por exemplo, dentro dun **sistema de control de riscos e puntos críticos**.

Poderíamos dicir que a trazabilidade consiste no fluxo de información asociado ao fluxo de mercancías ou alimentos dende que estes se producen ata seu destino final, o consumidor.



Deste xeito, se nalgún dos puntos se detecta un problema, grazas á trazabilidade será doado saber que produtos presentan este problema e soluciónalo, ou proceder á súa retirada para que non sigan na cadea.

A información que se asocia a cada produto pode ser moi diversa, pero en cada punto da cadea sempre se ten que coñecer a información relativa ás etapas inmediatamente anterior e posterior. Na presentación final, os datos máis importantes do produto veñen regulados polas normas relativas o etiquetado (Fig. 8.3).



Fig. 8.3. Etiqueta de mexillóns á venda nun supermercado

Como controlar a trazabilidade?

A trazabilidade pódese controlar utilizando ferramentas que nos axuden a verificar os datos que acompañan o produto.

A información relativa á especie é moi importante. Para verificar a especie que aparece na etiqueta dun produto comercial podemos utilizar un compoñente presente en todos os seres vivos, o ADN (Fig. 8.4).

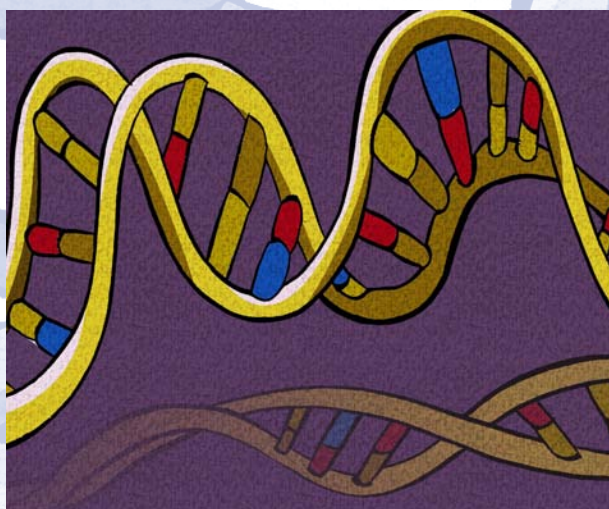


Fig. 8.4. Representación da dobre hélice dunha molécula de ADN.

A información contida no ADN dos organismos, en concreto a secuencia das bases adenina, guanina, citosina e timina, permítenos descubrir a especie de que se trata. É o carné de identidade dos organismos.

A importancia das denominacións de orixe.

O mexillón que se cultiva nas rías galegas ten unha Denominación de Orixe Protexida: Mexillón de Galicia / Mejillón de Galicia:

www.mexillondeg Galicia.org

Isto significa que para que poida pór esta etiqueta nos distintos produtos (mexillón fresco, mexillón conxelado, mexillón cocido, en conserva, etc.), é necesario que a **materia prima** proceda integramente das zonas de produción de Galicia e que a elaboración se realice tamén en Galicia, baixo unhas condicións establecidas.



Fig. 8.5. Etiqueta da Denominación de Orixe Protexida “Mexillón de Galicia/Mejillón de Galicia”

Esta etiqueta supón unha vantaxe á hora de vender ese produto, porque os consumidores saben que tradicionalmente os peixes e mariscos de Galicia son os mellores, non só de España senón de toda Europa. Así, o mexillón etiquetado como «Mexillón de Galicia» pódese vender máis caro que outros mexillóns sen esa marca de calidade.



Podemos **concluir** que a trazabilidade é a ferramenta que permite o seguimento de todos e cada un dos elementos que interveñen nun proceso productivo. Neste caso, serían os produtos etiquetados como Mexillón de Galicia.

Esta ferramenta permite garantir que eses produtos foron elaborados coa materia prima que provén do cultivo da especie *Mytilus galloprovincialis* das rías galegas.

O control da veracidade desta información realízase a varios niveis e utilizando diversos métodos, un deles é o control da especie biolóxica.

A determinación da especie de mexillón a través do ADN permite garantir que nun determinado produto se empregou só *M. galloprovincialis*, que é a única especie de mexillón que se cultiva nas rías galegas, fronte a outras especies como, por exemplo, *M. trossulus* ou *M. Edulis* que se cultivan noutras rexións.

■ Actividade final. Extracción do ADN de mexillón

Paso 1. Trituración.

Poñer nun **homoxeneizador** de vaso dun batedor de cociña 100 g de carne de mexillón, aproximadamente 1 gramo de sal común e un vaso de auga fría (200 mililitros). Triturar durante 15 segundos.

Paso 2. Mexillón xabonoso.

Pasar o líquido obtido no paso anterior a través dun coador de cociña, e pasar a pasta obtida a outro recipiente. Engadir dúas culleres (30 mililitros) de deterxente líquido (Fairy, por exemplo). Mesturar ben dando voltas coa culler. Deixar repousar durante 10 minutos.

Co deterxente o que facemos é disolver as membranas celulares, a plasmática e a nuclear, de maneira que o ADN entra en contacto co líquido unha vez liberado destes compartimentos.

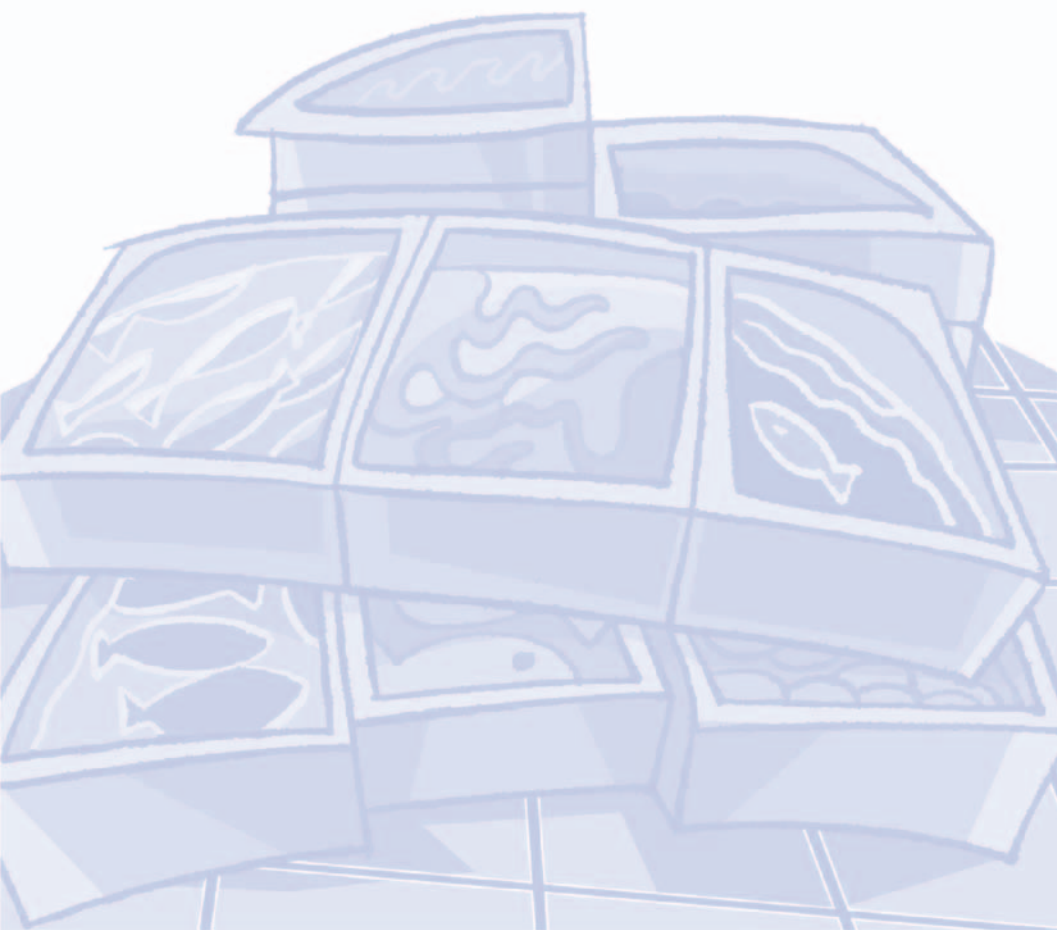
Pasado o tempo, transferir o líquido a catro tubos de vidro ou similares, de tal xeito que ocupe un 1/3 do volume total do tubo.

Paso 3. Encimas en po.

Engadimos un chisco de abrandador de carne. Onde se obtén? Obtense en calquera supermercado. Axitamos moi suavemente para que se mesture ben co líquido e con moito coidado para que non rompa o ADN.

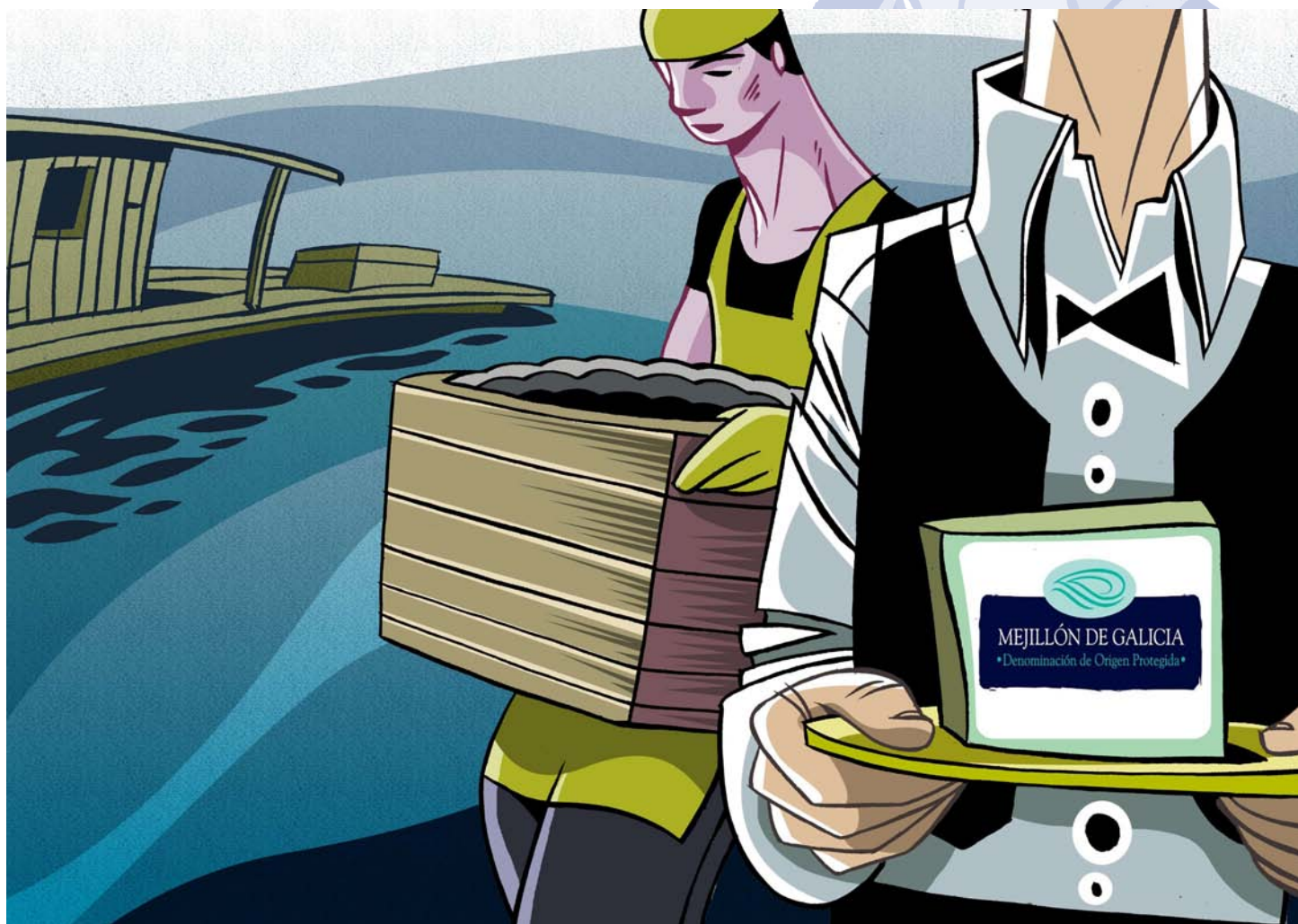
Paso 4. Separación do ADN con alcohol.

Inclina o tubo de vidro e engade devagar etanol pola parede do tubo, de modo que se vaia formando una capa de alcohol separada na zona superior do tubo. A capa de etanol debe ter un grosor similar ao do líquido de mexillón. O ADN subirá dende a capa acuosa ata a capa de etanol. Pódese utilizar un paicinho de madeira ou un hisopo para arrastrar o ADN na fase de etanol.



Xa sabemos que a información sobre a especie á que pertence un mexillón ven reflectida no seu ADN. É o seu carne de identidade.

Así e todo, existen outros datos importantes que tamén necesitamos coñecer, como o lugar de procedencia, a data de extracción, etc. A trazabilidade é a ferramenta que permite saber que ocorre cun mexillón dende que é recollido da batea ata que chega ao punto de venda ao consumidor.



Sabemos ademais que a etiqueta “Mexillón de Galicia” asegura un produto coas mellores características de calidade e procedente das nosas rías.

Grazas ás técnicas de determinación do ADN podemos saber de que especie é un mexillón, pero...

Podemos coñecer o seu estado de saúde?, podemos saber se un mexillón está enfermo...?

A solución a estas cuestións, na seguinte ficha.

Acatárranse
os mexillóns?



Como podemos saber si os mexillóns están enfermos?

■ Actividade inicial

Contesta ás seguintes preguntas:

- Que é unha enfermidade?
- Cales son as posibles causas de enfermidades nos seres vivos?
- Como se sabe se os mexillóns están enfermos?



Podes apreciar a simple vista se estes mexillóns están enfermos?

■ Vexamos a resposta:

Unha enfermidade é un proceso polo cal un ser vivo ve alterada, en maior o menor grao, a súa saúde. As causas que provocan este estado son moitas e poden ser debidas a outros seres vivos (microorganismos), ou a materias **inertes** (coma por exemplo as toxinas).

Os humanos estamos constantemente expostos ao ataque de numerosos microorganismos, coma virus, bacterias, fungos e protozoos. Moitos son **inocuos**, pero existe unha gran variedade deles capaces de provocar enfermidades infecciosas se son quen de aloxarse no noso organismo. Son os denominados **xermes ou axentes patóxenos**, e nós, os humanos, somos os **hospedadores**.

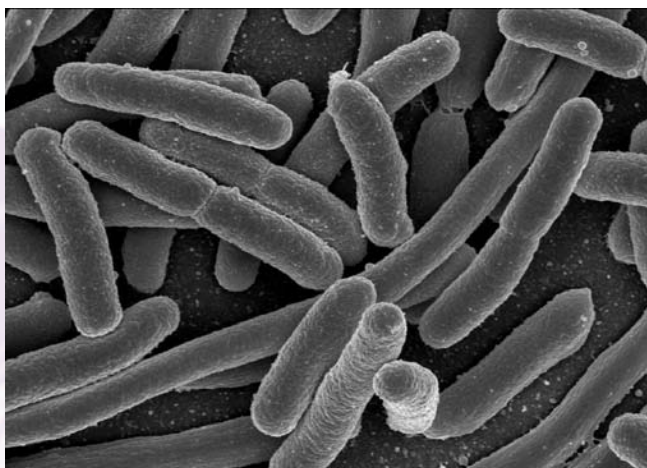


Fig. 10.1. Bacterias vistas cun microscopio electrónico.



Fig. 10.2. Colonia bacteriana nun medio de cultivo microbiolóxico.

Os moluscos bivalvos mariños actúan tamén como hospedadores dun amplo espectro de organismos patóxenos, é dicir, sofren tamén enfermidades. Non obstante, o que nós coñecemos como “catarro” é unha enfermidade viral leve que afecta ás vías respiratorias superiores dos humanos e, como xa sabemos que os mexillóns non teñen vías respiratorias, pois non se poden “acatarar”.

A ciencia que estuda as enfermidades, tanto as causas como os efectos que teñen no estado dos organismos, é a **patoloxía**.

Durante as últimas tres décadas, e paralelamente ao crecemento da acuicultura, os estudos sobre a patoloxía dos moluscos bivalvos experimentaron un gran desenvolvemento.

Como se sabe si un mexillón está enfermo?

O diagnóstico das enfermidades infecciosas baséase no estudo da sintomatoloxía clínica, así como na demostración da presenza do propio axente patóxeno, dos seus produtos segregados (toxinas) ou ben da pegada (anticorpos) que este deixou no contacto co sistema inmune do hospedeiro.

En moitas ocasións é posible apreciar síntomas externos que nos indican que o mexillón está enfermo, pero para cando se observan, o mexillón está xa a morrer. A sintomatoloxía máis frecuente é a dificultade para amarrarse ás rochas, ás cordas das bateas ou ás paredes dos tanques dos acuarios co **biso** (máis información na Ficha 5). Outro dos signos externos é que poden presentar dificultade para pechar a cuncha.



Pese a todo, a maioría das veces non se aprecian síntomas externos e son os propios mariscadores os que observan que os seus mexillóns non están a crecer ben. Nestes casos é necesaria unha análise dos órganos internos para ter máis información sobre o que acontece.

Para levar a cabo unha análise do estado patolóxico, os laboratorios contan con distintas técnicas de diagnóstico e identificación de patóxenos. Existen unha gran variedade delas, xa que tamén a variedade de microorganismos para identificar é enorme. Por exemplo os **cultivos microbiolóxicos** e a **inmunoloxía** son dúas das metodoloxías máis usadas para o diagnóstico de bacterias e virus, respectivamente.

Se nos centramos no diagnóstico parasitolóxico, as principais metodoloxías aplicables nos organismos mariños, como o mexillón, son: (1) a citoloxía, (2) a histoloxía e (3) as técnicas de bioloxía molecular.

1. Citoloxía

É a parte da bioloxía que estuda a **célula**. Esta técnica baséase na análise de células individuais. Polo tanto, o primeiro que temos que facer é conseguir células illadas.

No caso dos mexillóns, unha vez aberta a cuncha e extraída a vianda, estas pódense conseguir de diversas maneiras, aínda que as dúas principais son: (a) raspando partes do corpo, coma no caso das branquias ou da glándula dixestiva, ou (b) picando cunha xiringa e extraéndooas, coma no caso das células sanguíneas, chamadas **hemocitos**.

As mostras obtidas destas células colócanse e fíxanse nun portaobxectos, e logo pódense tinguir con colorantes específicos. O **frotis**, que é como se chama esta preparación, permite ter a mostra lista para observala co **microscopio óptico**.

Mediante a técnica da citoloxía pódense identificar distintos patóxenos, fundamentalmente protozoos parasitos, causantes de diferentes enfermidades no mexillón. A continuación podedes ver un exemplo destes parasitos (Fig. 10.3), como o protozoo *Marteilia refringens*, que crece dentro das células da glándula dixestiva do mexillón, debilitándoo e diminuindo o seu crecemento, aínda que soamente en casos graves lle pode producir a morte.

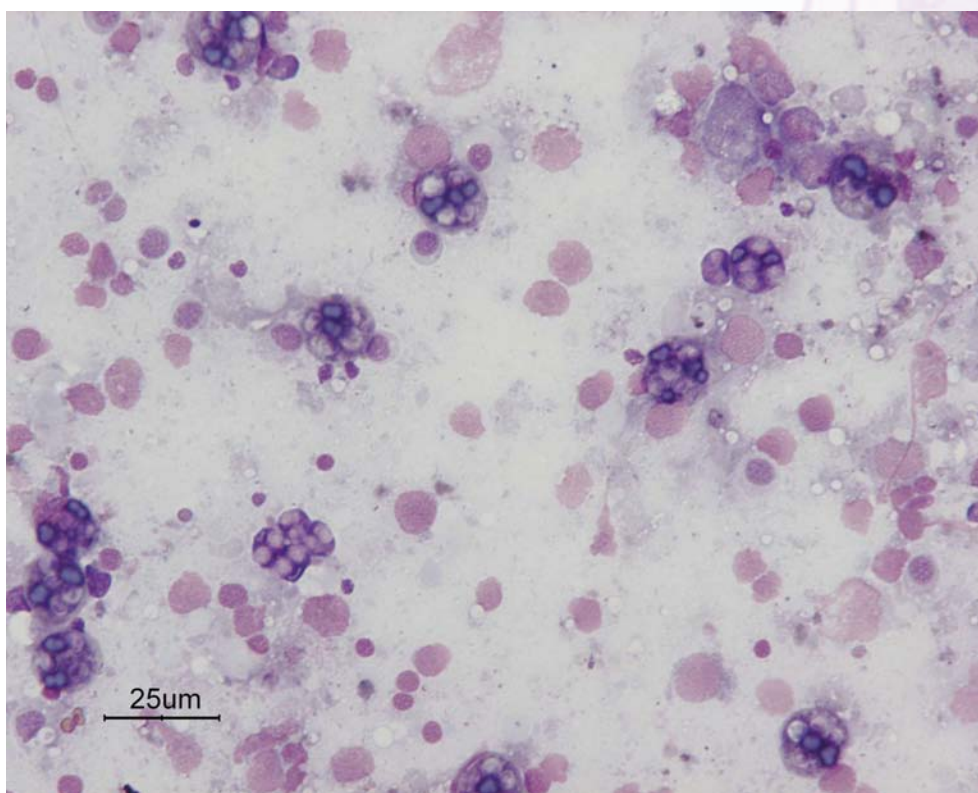


Fig. 10.3. Frotis da glándula dixestiva dun mexillón infectada. Fixádevos nas células máis escuras da fotografía. Trátase do parasito *Marteilia refringens*.

2. Histoloxía

É a parte da bioloxía que estuda a estrutura microscópica dos **tecidos e órganos**. Serve para visualizar o aspecto do tecido dun determinado órgano no seu conxunto. En caso de enfermidade, permitiranos identificar como está afectando o patóxeno ao hospedeiro, podendo apreciar, por exemplo, se os tecidos afectados están **inflamados** ou ben xa están **necrosados**.

Para a visualización dos tecidos é preciso cortes histolóxicos, que consisten na obtención de capas moi finas de tecido, que se colocan sobre o portaobxectos e se tinguen con diferentes colorantes que dan color aos diferentes compoñentes celulares. A observación dos cortes histolóxicos faise tamén co microscopio óptico.

Na seguinte fotografía podedes ver cortes histolóxicos nos que se aprecia o parásito *Marteilia refringens* infectando o tracto dixestivo do mexillón (Fig. 10.4).

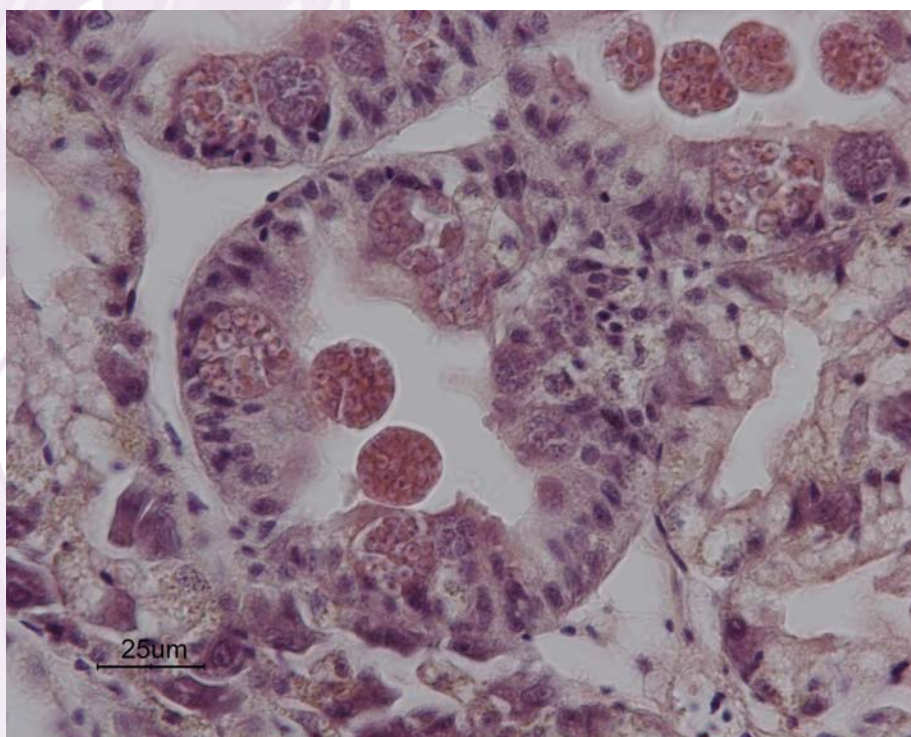


Fig. 10.4 Corte histolóxico da glándula dixestiva do mexillón infectada por *Marteilia refringens*. Recoñecedes as células coas esporas no interior?

Pero se os microrganismos que queremos ver son tan pequenos que non se ven nin aumentándoos as 1.000 veces que nos permite o microscopio óptico?

É verdade que existen algunhas bacterias e virus os cales son tan pequenos, que nin siquiera co microscopio óptico podes chegar a velos. Para a identificación destes organismos tan pequenos é necesario utilizar un microscopio con máis potencia e resolución: os **microscopios electrónicos** de transmisión ou de varrido.

A preparación das mostras que observaremos no microscopio electrónico é máis complexa que a que esixe un microscopio óptico, e trabállase con mostras moi pequeniñas do tamaño da cabeza dun alfinete. Ademais de facer cortes ultrafinos dos tecidos, é necesario tinguilos, pero non con colorantes senón con sustancias que levan chumbo.

Na fotografía podes ver un exemplo dunha imaxe obtida mediante un microscopio electrónico de varrido. Trátase dun parásito dos bivalvos chamado *Haplosporidium monforti*.

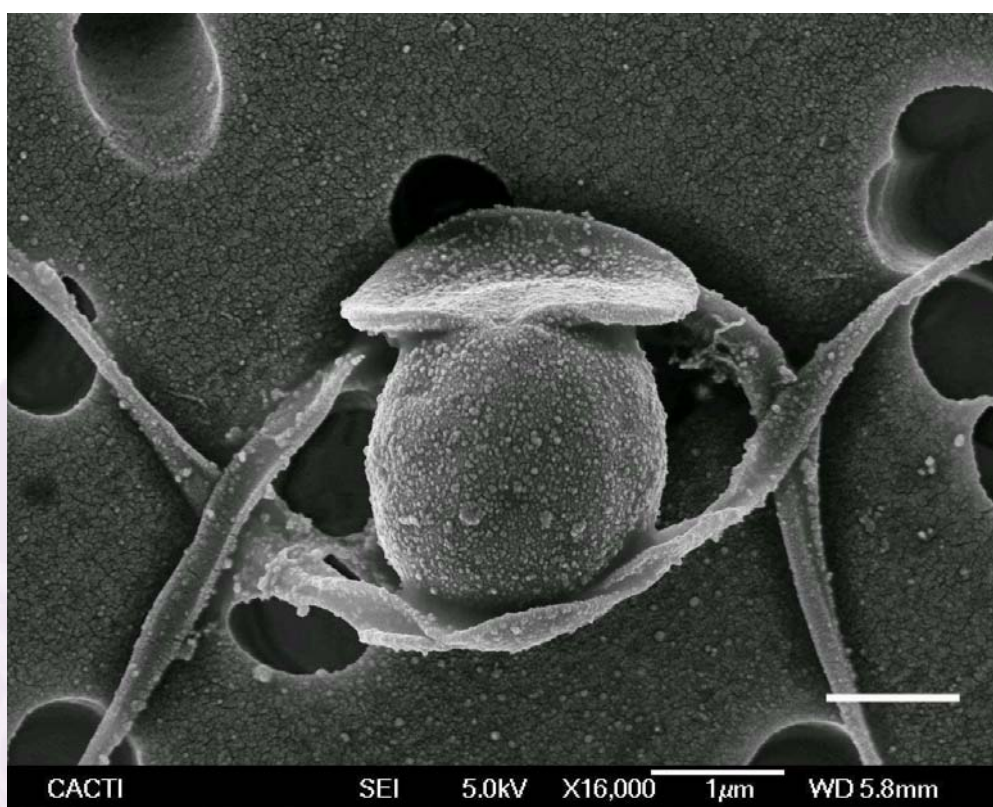


Fig. 10.5. *H. monforti* visto cun microscópio electrónico de varrido

3. Técnicas de bioloxía molecular

As técnicas de bioloxía molecular son as que máis recentemente se utilizan no estudo das patoloxías animais. Trátase de técnicas que nos permiten identificar os axentes patóxenos a partir do seu ADN.

Xa aprendemos na ficha anterior que o ADN (ácido desoxiribonucleico) é o responsable de conter toda a información xenética dun ser vivo; información única para cada individuo. Diciamos que é como unha **pegada dixital** destes seres vivos, polo que se logramos illar e identificar o ADN do microorganismo patóxeno, obteremos un diagnóstico certo da enfermidade que afecta ao hospedador.

Para illar o ADN dun microorganismo, pódense utilizar varias técnicas, pero unha vez illado, obtemos unha cantidade moi pequena de ADN que non nos permite facer un estudo e identificar a que microorganismo lle corresponde. Fainos falla máis cantidade... e como a obtemos?

Pois unha das formas máis empregadas é a técnica da **PCR**. (**Polymerase Chain Reaction**, reacción en cadea da polimerasa). Este proceso, que revolucionou todos os campos da bioloxía, permítelles aos científicos obteren un gran número de copias a partir dun segmento pequeno de ADN.

Unha encima denominada ADN polimerasa copia cadeas de ADN nun proceso que simula a forma na que o ADN se copia de modo natural na célula. Esta multiplicación masiva do ADN ou **amplificación**, que podes ver esquematizada na figura 10.6, permite obter unha cantidade suficiente de ADN do microorganismo como para facer una identificación específica.

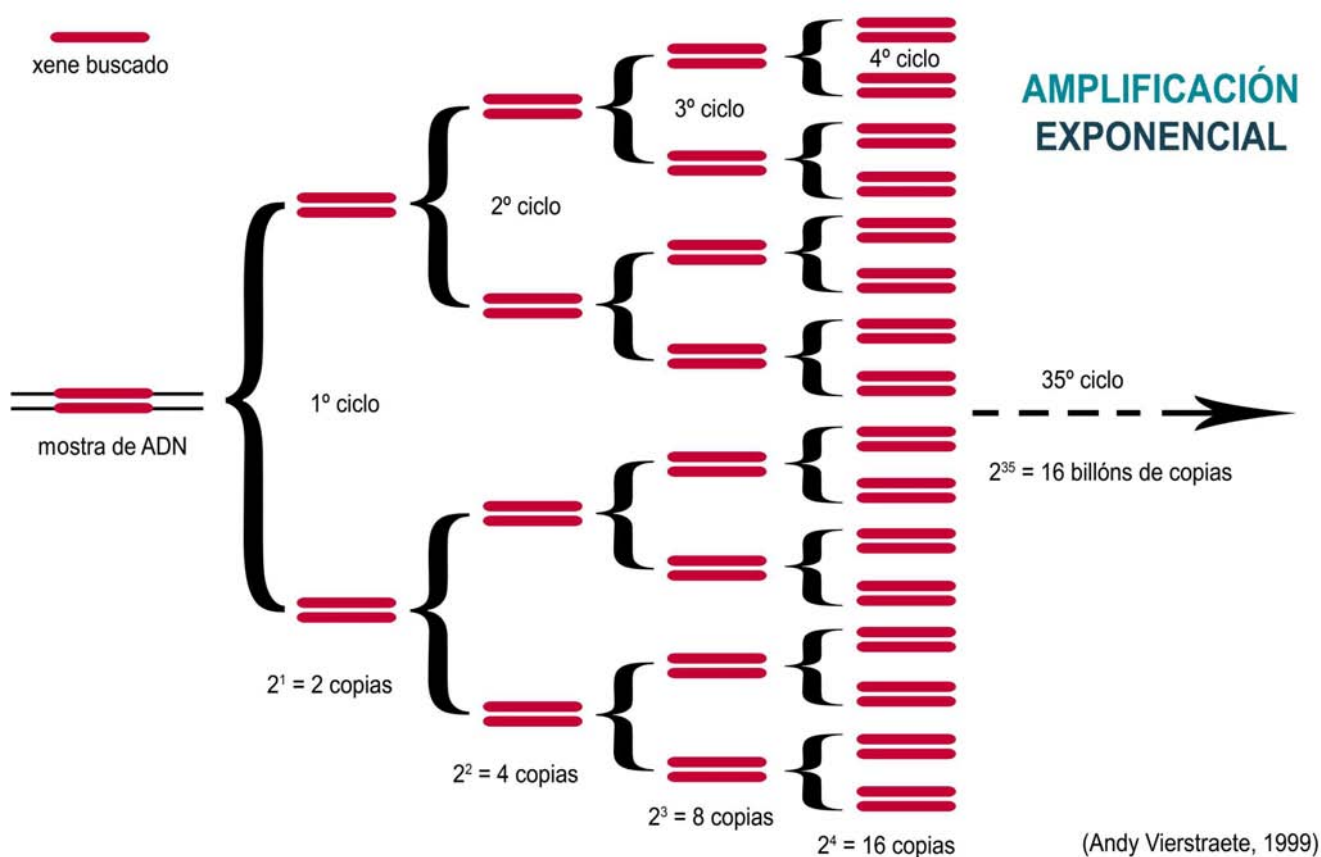


Fig.10.6. Esquema da reacción de amplificación do ADN que ten lugar durante a técnica de PCR.

O resultado da amplificación do ADN pódese visualizar nun xel de agarosa onde se observan as bandas de ADN a distintas alturas. A altura de cada unha delas indica o tamaño do ADN obtido (Fig. 10.7).

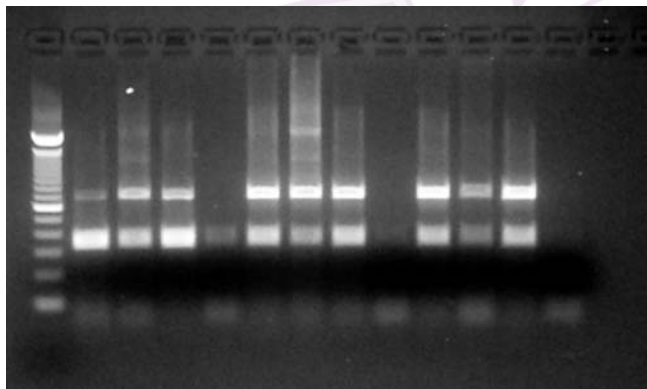


Fig. 10.7. Xel de agarosa onde se visualizan os produtos da PCR.

Unha vez se obtén unha cantidade suficiente de ADN, os científicos teñen que proceder á identificación do microorganismo implicado. Isto faise polo proceso coñecido como **secuenciación** do ADN, polo cal os investigadores serán capaces de ordenar exactamente os pares de bases que conforman o segmento de ADN da mostra en estudo.

Coñecendo a orde na que se dispoñen estas bases que codifican a información fundamental no material xenético dun organismo vivo podemos identificar a súa especie.

Coas técnicas de bioloxía molecular, podemos saber que especie de patóxeno está presente no mexillón, aínda que non sexa posible velo mediante as técnicas de citoloxía, histoloxía ou microscopia electrónica. Ademais, as técnicas de bioloxía molecular permítenos identificar patóxenos diferentes, que aínda que teñan unha morfoloxía moi parecida presentan realmente unha secuencia xenética diferente.

Chegan a morrer os mexillóns enfermos?

Como todos os seres vivos, os mexillóns enfermos poden chegar a morrer por mor de lesións e patoloxías producidas polos patóxenos. No caso dos mexillóns non adoitan producirse grandes mortandades, senón que os procesos patolóxicos se caracterizan por producir retrasos no crecemento ou defectos na fixación ao sustrato. Como podedes imaxinar, estas sintomatoloxías de enfermidade son especialmente negativas para os produtores galegos de mexillón.

As poucas mortaldades descritas nos mexillóns de ámbito mundial son, a maioría, atribuídas ao parasito (*Mytilicola intestinalis*). As máis importantes foron as acaecidas en Holanda durante os anos corenta e cincuenta; a detectada na Illa de Príncipe Eduardo en Canadá, e a máis recente, a ocorrida no mexillón cultivado da Lagoa de Venecia, onde nalgúns parques se chegaron a alcanzar taxas de mortaldade do 80%.

En Galicia, aínda que aparentemente non existan problemas de mortaldade no mexillón, estanse a incrementar os estudos e controis debido á enorme importancia económica que ten o seu cultivo. Non obstante, hai que ter en conta que, na actualidade, se está a percibir unha caída no rendemento do cultivo en xeral desta especie, o que apunta na dirección de que os patóxenos poden estar xogando un papel negativo.

De feito, o estado de saúde do mexillón é seguido por distintas institucións galegas que investigan o mar. Entre elas, cabe destacar o Laboratorio Nacional de Referencia de Enfermidades de Moluscos (adscrito ao Instituto de Investigacións Mariñas - CSIC), que realiza investigacións conxuntas sobre este tema con centros de Galicia, España e o resto do mundo. Tedes máis información na web:

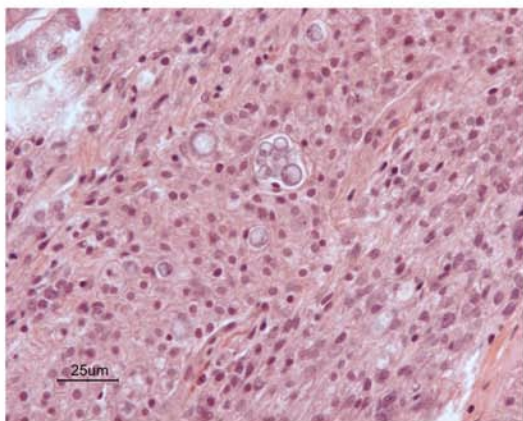
http://patoloxia.iim.csic.es/lab_nac_ref/index.php.

Na actualidade, distintos grupos de investigación galegos están a traballar en diferentes liñas relacionadas coa produción dos mexillón, na busca de razas máis resistentes ás enfermidades ou cunha alta taxa de crecemento e rendemento en carne.

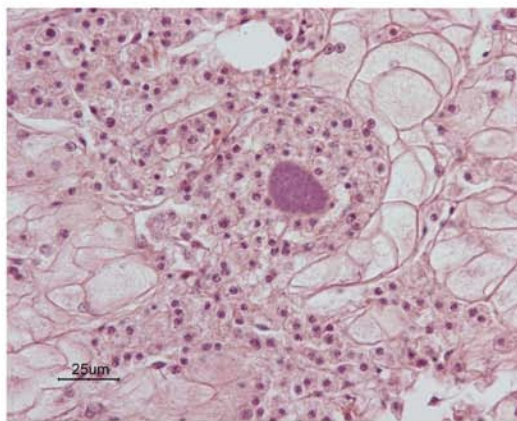


Actividade final

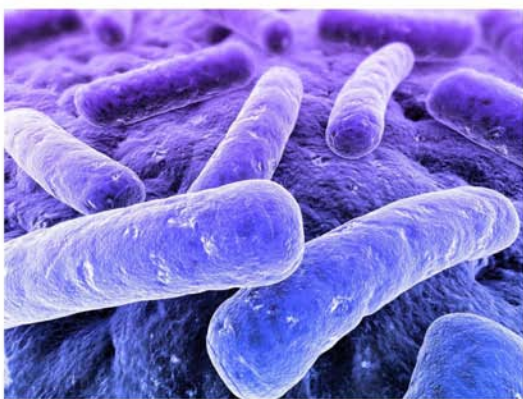
Nas seguintes fotografías tes mostras infectadas por patóxenos. Saberías diferenciar as citoloxías dos cortes histolóxicos e das imaxes de microscopía electrónica? Es quen de atopar os parasitos?



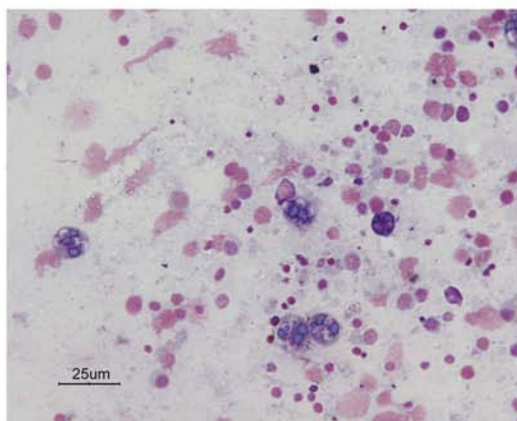
1.



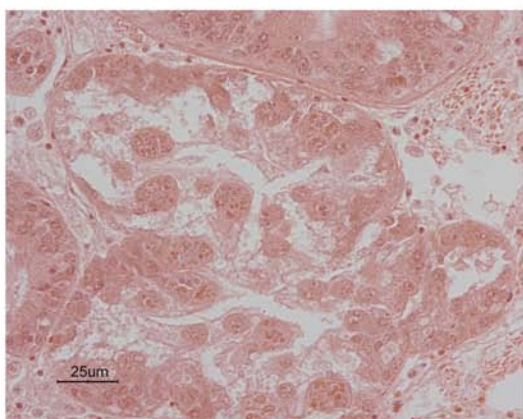
2.



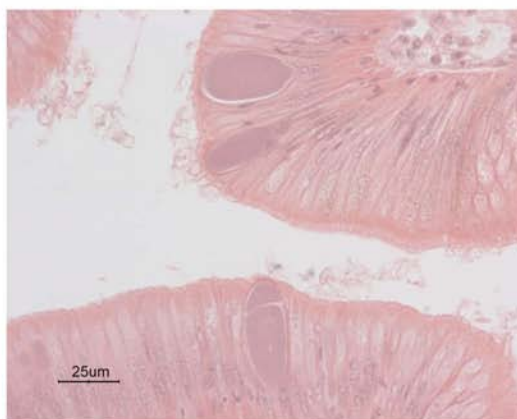
3.



4.



5.



6.

1. Imaxe histolóxica do parasito *Perkinsus* no interior dun mexillón
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Xa sabemos que os mexillóns non se poden “acatarar” pero si coller enfermidades, xa que actúan como hospedadores de organismos patóxenos, coma virus, bacterias ou parasitos.



Tamén coñeces as técnicas que se utilizan para investigar as enfermidades dos moluscos: a citoloxía, a histoloxía e as técnicas de bioloxía molecular. Debido á enorme importancia que ten o cultivo do mexillón en Galicia, os investigadores levan un control dos posibles aumentos da súa mortalidade asociados a enfermidades, pero...

Que ocorre, por exemplo, se hai contaminación ambiental? Existen outros riscos asociados ao consumo dos mexillóns?

A solución a estas cuestións, na seguinte ficha.

Como sabemos que os mexillóns que comemos non están contaminados?



Como afecta a contaminación ambiental aos mexillóns?
Existe algún risco asociado ao seu consumo?

■ Actividade inicial: traballo en grupo

Valoración do estado ambiental dunha zona

Paseade pola beira do mar e reparade onde hai mexillóns: cál é o substrato (rocha, cemento, boias, batea...), en que estado se atopan (tamaño, cor...) e tamén se existen indicios de contaminación (restos sólidos, escumas, marcas negras de aceites, etc.). Tedes que buscar o máis relevante, de tal xeito que as vosas observacións deberían proporcionar a maioría dos datos necesarios para facer unha primeira valoración do estado ambiental dunha zona (por exemplo: o tamaño dos mexillóns, o número, os substratos nos que se atopan, o estado das valvas, se teñen moitas algas enriba, se encontrades individuos mortos...).

Anotade estes datos nunha táboa (por exemplo, como a que vos propoñemos a continuación). Se é posible, facede fotos dixitais.

Nome dos mostradores			
Litoral rochoso de Ribeira (data ... / ... / ...)			
Substrato	Estado	Indicios contaminación	Fotografía n.º
Incidencias e comentarios:			

Expoñede todas as fotografías na clase e facede un debate sobre o que atopou cada grupo. Contestade agora estas preguntas:

Existen indicios de contaminación nalgunha das fotos?
 Como definides vós o termo contaminación?
 En que se diferencian contaminación e polución?

■ Vexamos a resposta:

Dende a revolución industrial do século XIX, a actividade humana vén provocando cambios problemáticos na calidade ambiental do planeta. Algúns destes cambios recoñécense baseándose en dous conceptos: contaminación e polución.

Unha definición sinxela de ambos os dous conceptos proporciánanola o investigador Robert Clark no seu libro de divulgación *Marine Pollution* (Oxford, 2001):

A **contaminación** ten lugar cando, debido a actividades humanas, se produce unha entrada na auga, os sedimentos ou os organismos dunha substancia nunha concentración por riba do nivel natural que existe no ambiente.

A **polución** é a introdución no ambiente, pola man do home, de substancias que causan efectos nocivos ou venenosos.

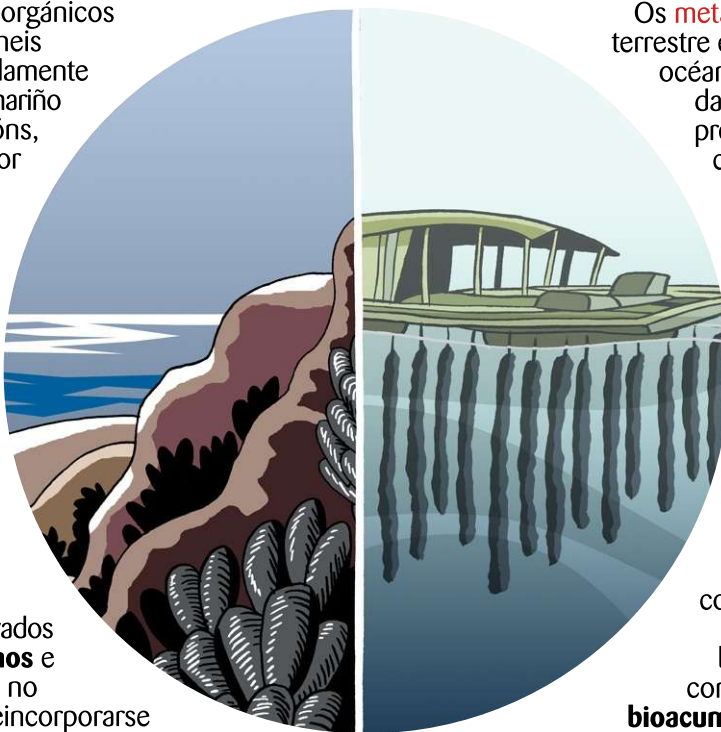
Tras estas definicións podédesvos decatar das diferenzas: nun caso o problema é a concentración dunha substancia en exceso e no outro o efecto daniño da substancia en si mesma.

Vexamos agora algúns exemplos dos principais contaminantes en Galicia:

CONTAMINANTES

Os hidrocarburos aromáticos policíclicos

(PAH) son compostos orgánicos formados por varios aneis aromáticos. Están amplamente distribuídos no medio mariño en baixas concentracións, pois son producidos por plantas, bacterias, volcáns, incendios forestais... e non representan unha ameaza para o medio. Os PAH de orixe humano poden chegar masivamente ao mar indirectamente por vertidos urbanos e industriais, ou directamente por derramamento de petróleo e os seus derivados tóxicos ou **canceríxenos** e acaban depositándose no sedimento para logo reincorporarse lentamente á auga mantendo unha micro-contaminación.



Os **metais** forman parte da codia terrestre e atópanse presentes nos océanos, ríos e solos. Por mor da actividade humana a súa presenza aumenta nas zonas costeiras e chegan a danar os seus organismos. Algúns, coma o Fe, Cu, Zn ou Se, son esenciais para os seres vivos, pero resultan tóxicos cando o seu nivel supera unha determinada concentración. Hai outros metais bioloxicamente innecesarios, coma o Hg, Cd ou Pb, que son tóxicos mesmo a concentracións moi baixas. Ao non seren elementos **biodegradables** tenden a concentrarse no ambiente e **bioacumularse** a través da cadea trófica.

Os **bifenilos policlorados (PCB)** son un tipo de hidrocarburos aromáticos que teñen na súa fórmula diferentes niveis de substitución por átomos de cloro. Son substancias sintéticas moi pouco degradables polo que figuran entre os contaminantes máis persistentes nos océanos. Están presentes en illantes, axentes plastificantes, etc... e acumúlanse nas graxas dos seres mariños. Os **compostos organoclorados** coma o lindano e o DDT son pesticidas, que agora están prohibidos ou limitados, pero debido ao seu emprego no pasado aínda manteñen unha contaminación residual.

Xa sabemos que existen substancias contaminantes no medio mariño e que se acumulan nos organismos a través da cadea trófica. Estas substancias nocivas non se ven a simple vista, pero... que pasa se un mexillón está contaminado? Como fan os científicos para determinaren se se pode consumir ou non un mexillón?

É moi difícil saber a simple vista se un mexillón garda no seu interior algún contaminante químico nocivo para a nosa saúde. Por este motivo, é necesario realizar periodicamente análises químicas de mostras de mexillón co fin de controlar os posibles riscos para a saúde humana. Estas análises teñen que facerse en laboratorios especializados.

E como se fan estas análises?

Todo comeza coa recollida dun pequeno número de exemplares para dispoñer dunha mostra. No laboratorio prepárase un homoxeneizado retirando a parte branda (a vianda) de todos os exemplares e triturándoa ata obter unha mostra homoxénea.

Logo, o camiño analítico seguido depende do contaminante que se vaia determinar; por exemplo, empréganse equipos de cromatografía para compostos orgánicos (Fig. 11.1) e de absorción atómica para metais (Fig. 11.2).



Fig. 11.1



Fig. 11.2



Os resultados serven para comprobar que non se superan os límites máximos permitidos polas leis.

Pero quen decide cales son os límites máximos?

No noso caso é o **Regulamento da Unión Europea**:

http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/contamination_environmental_factors/index_es.htm

o que sinala o contido máximo dalgúns contaminantes nos organismos mariños que se poñen á venda. Ademais do control que exercen os gobernos sobre a **seguridade alimentaria** dos alimentos, os científicos seguen a buscar novas liñas de investigación para ampliar os nosos coñecementos sobre a contaminación no medio mariño, os danos que causa e a forma de palialos.

Sendo isto así, podemos estar seguros de que cando consumamos un mexillón comprado nun establecemento non estará contaminado.



Pero que pasa se queremos coñecer o estado do noso litoral?, se queremos coñecer no espazo e no tempo, a contaminación mariña das nosas costas?

Pois necesitamos un “organismo detective” co que poidamos analizar a cantidade de contaminantes. Este detective debe ter unhas características especiais:

- ten que ser un organismo sedentario (que non se desprace, porque se se move moito non saberemos en que zona acumulou os contaminantes; non sería representativo).
- ten que posuír unha ampla distribución xeográfica (debe estar presente en todas as costas do planeta, o que nos permitirá comparar os valores duns sitios con outros).
- ten que filtrar moita auga (é o que se coñece como factor de concentración alto. Interesa que filtre moita auga e que reteña os contaminantes que están nela).
- o seu tamaño ten que ser axeitado (nin moi pequeno, coma o fitoplancto, nin moi grande, coma un golfinho, para que sexa operativo de cara a traballar con el).
- ten que ser doado de recoller do medio (ten que vivir nun sitio accesible, sobre todo por razóns económicas).

Estas calidades favorecen o papel do organismo como “receptor da contaminación” e permiten a súa análise e estudo.

Que organismo mariño cumpre todos estes requisitos?

Pois o mexillón, o mexillón silvestre. Este molusco é idóneo para detectar a contaminación, e é un dos organismos máis empregados universalmente como indicador biolóxico para avaliar os niveis de contaminantes nos ecosistemas costeiros. Por isto é polo que se lle chama “**organismo sentinela**” ou “**organismo bioindicador**”.



Os mexillóns filtran grandes cantidades de auga e, polo tanto, atópanse expostos ás substancias tóxicas, tanto disoltas coma en suspensión, que hai na auga. Como son organismos filtradores, ao filtraren a auga reteñen no seu interior os contaminantes, que se van acumulando en proporcións moi superiores ás do medio en que viven. Son, por iso, representativos do “estado crónico” ou “**contaminación crónica**” dunha zona e, en consecuencia, permiten **monitorizar** a calidade das augas costeiras.

■ Actividade final

Que será máis sensible á contaminación: un mexillón cultivado en batea ou un silvestre de rocha?

Para contestar esta pregunta podedes axudarvos deste gráfico:

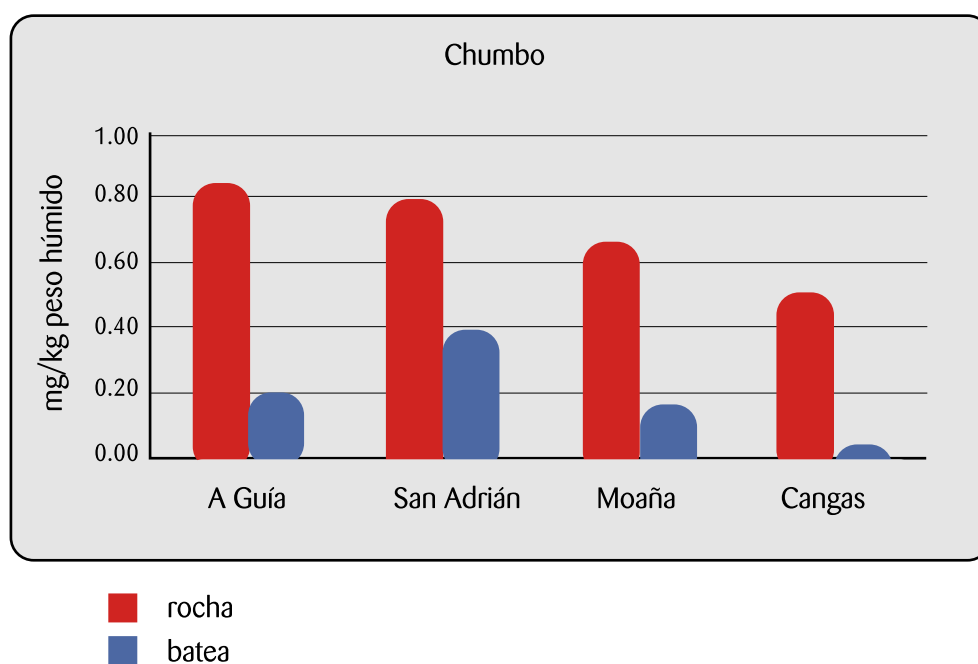
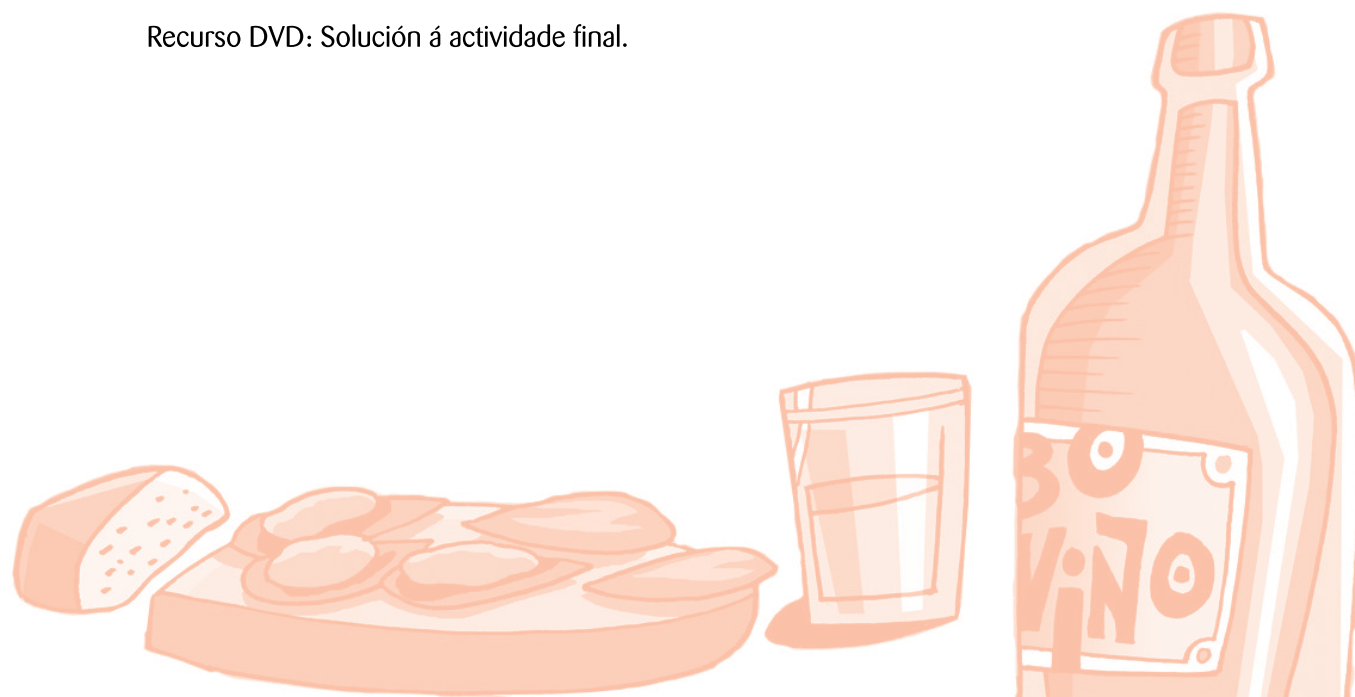


Gráfico 1: Comparación entre os niveis de chumbo contido en mexillón silvestre ou de rocha e mexillón de batea, ambos os dous na Ría de Vigo.

Animádevos a organizar un debate sobre o que observades na gráfica e o que aprendestes nesta ficha.

Recurso DVD: Solución á actividade final.



Xa sabemos que existen varios contaminantes nas nosas costas debidos, na súa maior parte, á actividade humana. Son os investigadores os que analizan o estado das nosas augas e para iso utilizan os mexillóns como organismos bioindicadores.



As especiais calidades do mexillón como “receptor da contaminación” permiten analizar e estudar o estado ambiental dunha zona, pero...

Que pasa cando a auga ten cor vermella?...
Está contaminada?... É o mar sempre de cor azul?

A solución a estas cuestións, na seguinte ficha.

É o mar sempre
de cor azul?
Que son as mareas
vermellas?



Pensa no mar, de que cor o imaxinas? Aínda que o máis común é que sexa azul ou verdoso, seguro que tamén o viches algunha vez marrón, gris, verde... e vermello? Viches algunha vez unha “marea vermella”?

■ Actividade inicial

Observa as seguintes fotografias e busca as causas das diferentes cores no mar:



■ Vexamos a resposta:

A cor azul do mar ten moito que ver con fenómenos ópticos, é dicir, coa parte da luz branca absorbida pola auga (as cores vermellas) e coa que é reflectida (as cores azuis) que son as que chegarían aos nosos ollos.

Ademais, existen outras causas que poden facer que varíe a cor do mar, sendo as máis frecuentes: a presenza de material en suspensión na desembocadura dun río (“mar marrón”), o exceso de microalgas (dependendo das especies, mar verde ou pardo-vermello), ou as mareas negras provocadas polos vertidos de petróleo procedentes da limpeza das sentinas de barcos mercantes en alta mar, dos efluentes industriais, ou de accidentes de buques petroleiros como, seguro que o lembrades, o do *Prestige*.

Ten esto que ver coas mareas vermellas?

Si, as **mareas vermellas** tamén chamadas purgas de mar, son fenómenos naturais que consisten no crecemento masivo dalgunhas especies de microalgas mariñas, compoñentes do fitoplancto. Neste punto non estaría de máis botarlle unha ollada á Ficha 3 para facer un repaso do que é o fitoplancto e dos principais grupos: as diatomeas (Fig. 12.1) e os dinoflaxelados (Fig. 12.2).

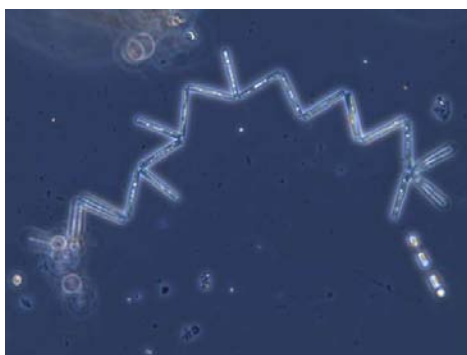


Fig. 12.1. Diatomea



Fig. 12.2. Dinoflaxelado

Das miles de especies de fitoplancto mariño que se coñecen no mundo, só unhas poucas poden proliferar producindo coloración visible na auga. Esta coloración é debida aos **pigmentos fotosintéticos** que conteñen.

As purgas de mar asóciáanse tradicionalmente a situacións de toxicidade cando case nunca é así. Entre os varios centos de especies descritos nas augas galegas, poucas máis de dez deron coloración rechamante ao mar. Destas, soamente dúas son comúns e se ven case todos os veráns dándolle á auga cor vermella como sangue, ou laranxa aceitoso.

Algunhas das especies do fitoplancto son tóxicas, pero unicamente dúas delas describíronse como causantes de purgas de mar tóxicas en Galicia. A toxicidade asociada ás purgas de mar é un fenómeno moi raro e, polo tanto, a idea tan extendida de que cando a auga ten coloración rechamante (Fig. 12.3) estamos ante unha marea tóxica, non se corresponde sempre coa realidade.

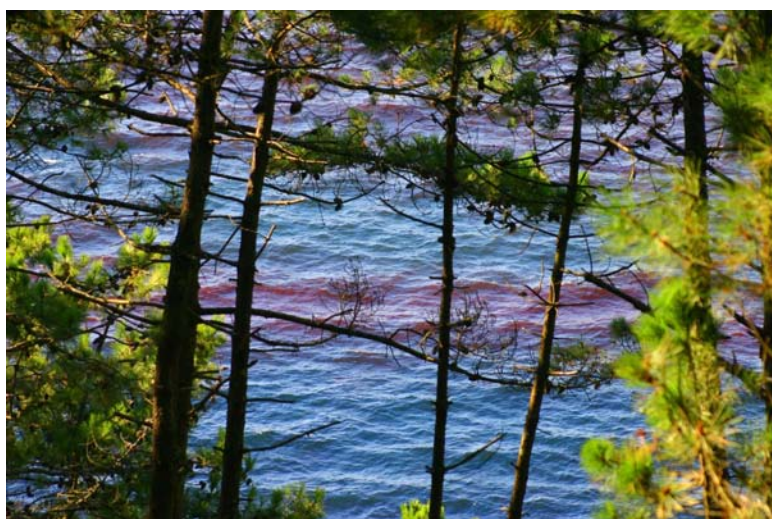


Fig. 12.3. Marea vermella

Pero teñen relación as mareas vermellas co mexillón?

Normalmente no. Como xa sabedes, o mexillón é un organismo filtrador, así que, se as especies de fitoplancto que producen a purga de mar non son tóxicas, como ocorre case sempre, poden incluso ser un bo alimento para os mexillóns e non causar danos á saúde humana.

Aínda que xa dixemos que é unha situación pouco frecuente, pode ser que a especie de fitoplancto causante da marea vermella si produza sustancias tóxicas para as persoas. Estas toxinas, ao estar na auga, poden ser filtradas e ingeridas polos mexillóns, que as acumulan nos seus tecidos, pero sen que apenas se vexan afectados patoloxicamente.

Os problemas patolóxicos para as persoas aparecen cando se consomen mexillóns nos que as concentracións de toxinas acumuladas chegan a niveis tóxicos para os humanos.

Pero entón, se non hai coloración do mar, non hai perigo de toxicidade?

A maioría das veces, as especies de fitoplancto que producen toxicidade non lle dan ningunha coloración á auga. Polo tanto, é moi común, sobre todo nos meses de verán ou outono e nalgúns zonas das rías, que os mexillóns poidan ter niveis elevados de toxinas, sen que este feito estea relacionado cunha coloración anormal da auga.

Chegados a este punto é moi importante que teñades claro que as purgas de mar ou mareas vermellas, e as toxicidades dos mexillóns son fenómenos comúns pero raramente relacionados un co outro. É dicir, pode haber marea vermella sen toxicidade asociada, e perigo de toxicidade sen que exista coloración na auga.



Vexamos algúns exemplos de especies perigosas de fitoplancto, e cales son as toxinas mais comúns e os efectos sobre a saúde humana:

(i) Intoxicación paralizante por marisco (PSP: *paralytic shellfish poisoning*)

Especies	<i>Gymnodinium catenatum</i> (Causou so unha marea vermella en 1986 na Ría de Vigo)	<i>Alexandrium minutum</i> (Causou so unha marea vermella en 1984 na Ría de Ares)
Toxina	Grupo das Saxitoxinas.	
Síntomas	De 5 a 30 minutos despois da inxesta, formigo na cara e atecemento muscular no pescozo, brazos e pernas. En casos severos, dificultade ó tragar, incoherencia ou perda da fala. Con pouca frecuencia, dor abdominal, náuseas, vómitos e mareos. Os pacientes que sobreviven as primeiras 12 horas, teñen bo pronóstico.	
Casos de afectación en Galicia	Os primeiros casos coñecidos aconteceron en 1976, cando a distribución comercial de mexillón tóxico causou 63 casos en España e máis de 100 no resto de Europa. Casos posteriores debéronse ó consumo de mexillón de rocha que non pasara polos circuitos comerciais.	
Xestión	Provoca peches, normalmente cortos, de algúns polígonos de bateas e non todos os anos.	

(ii) Intoxicación diarreica por marisco (DSP: *diarrhetic shellfish poisoning*)

Especies	<i>Dynophysis acuminata</i> (Nunca causou marea vermella en Galicia)	<i>Dynophysis acuta</i> (Nunca causou marea vermella en Galicia)
Toxina	Ácido ocadáico e análogos.	
Síntomas	Molestias gastrointestinais (diarrea, náuseas, vómitos, cambras abdominais e calafríos) aos 30 minutos da inxestión.	
Casos de afectación en Galicia	Antes de 1980 confundíanse con infeccións bacterianas. En 1981 produciuse un brote que afectou a moitas persoas probablemente debido á DSP. En 1995 xurdiron tres brotes que afectaron a 61 persoas, dous brotes foron por mexillón de rocha e un por mexillón de batea.	
Xestión	Principais especies causantes das prolongadas prohibicións de extracción de mexillón en Galicia.	

(iii) Intoxicación amnésica por marisco (ASP: *amnesic shellfish poisoning*)

Especies	<i>Pseudo-nitzschia australis</i> (Non causa marea vermella)
Toxina	Ácido domóico
Síntomas	En casos leves, trastornos gastrointestinais durante as primeiras 24 horas. En casos graves, mareo, dor de cabeza, confusión, somnolencia, vertixe e perda permanente de memoria, chegando a producir estado de coma ou causar incluso a morte.
Casos de afectación en Galicia	Non se rexistraron casos en Galicia.
Xestión	É a responsable do peche case permanente das pesqueiras da vieira en todas as rías galegas dende que se descubriu en 1995.

Ademáis destas especies tóxicas, tamén se observaron outras en Galicia pero de menor importancia.

Fixádevos que dos centos de especies que podemos atopar nas augas galegas, realmente son moi poucas as que producen toxinas.



Pero, por que se producen as proliferacións de fitoplancto tóxico? Que condicións ambientais as provocan?

En Galicia poden producirse proliferacións de fitoplancto tóxico baixo as seguintes condicións:

1) Proliferacións de dinoflaxelados con capacidade de migración vertical

Os dinoflaxelados migradores (Fig. 12.1) proliferan en situacións de esgotamento de nutrientes na capa superficial. Toman vantaxe da súa capacidade de migrar ata aproximadamente 10 metros de profundidade durante a noite (onde están os sales nutrientes) e retornar á superficie durante o día (onde está a luz).



Fig. 12.1. Dinoflaxelado

Poden desenvolverse nas rías, tanto en situacións de vento en calma, cando se produce un estancamento da circulación, como ser transportados dende fóra das rías en situacións de predominancia de ventos do sur, que producen afundimento (Fig. 12.2 e Fig. 12.3).



Fig. 12.2 ventos do sur na plataforma continental

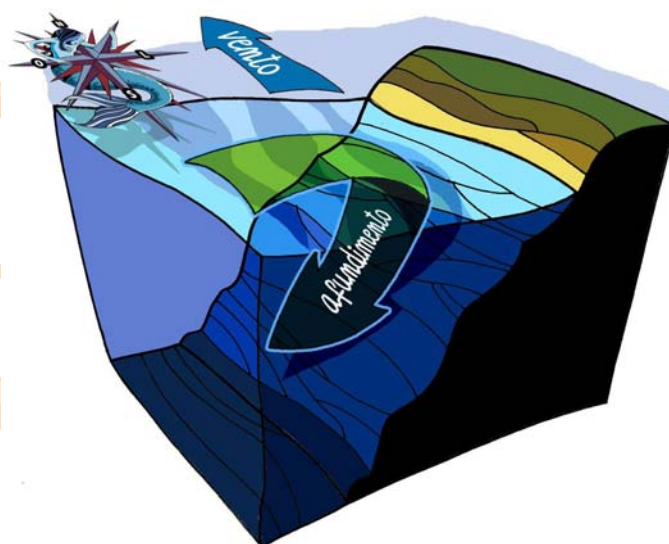


Fig. 12.3 Visión esquemática do afundimento (explicacións detalladas na Ficha 2)

Isto ocorre normalmente en períodos prolongados de vento en calma no verán e durante episodios de ventos do sur que producen os afundimentos de principios do outono.

Estes organismos adoitan producir quistes de resistencia cando as condicións lles son desfavorables, actuando como **inóculos** en condicións favorables.

Nestas condicións, un dinoflaxelado **heterótrofo** e non fotosintético, como por exemplo *Noctiluca scintillans* (Fig. 12.4), pode formar purgas de mar espectaculares de cor laranxa e son as que normalmente aparecen nas fotos da prensa. Este dinoflaxelado, que pode alimentarse doutros dinoflaxelados, aboia e pode concentrarse na superficie en zonas de **converxencias**.



Fig. 12.4. Imaxe ao microscopio óptico de *Noctiluca scintillans*

2) Proliferacións de diatomeas

Aínda que as condicións en que proliferan as diatomeas tóxicas non están moi claras, adoitan producirse en situacións de vento norte feble que xera afloramento de baixa intensidade (Fig. 12.5 e Fig. 12.6). Isto ocorre de cando en vez nas rías, ao longo do verán.



Fig. 12.5 Ventos do norte na plataforma continental

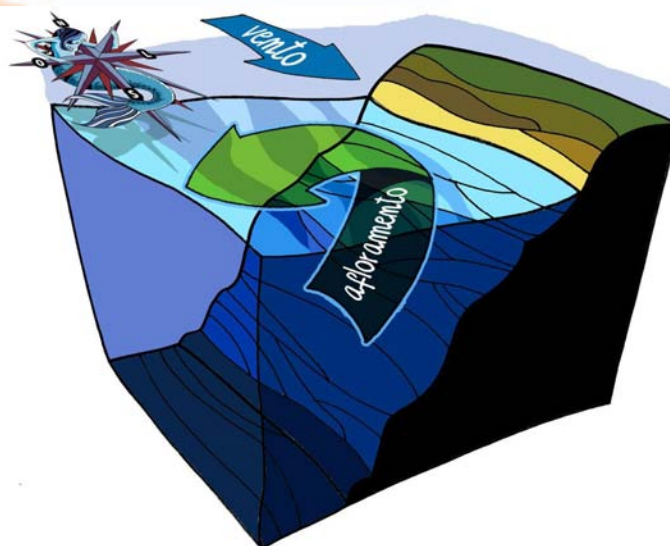


Fig. 12.6 Visión esquemática do afloramento (explicacións detalladas na Ficha 2)

Quen leva o control da presenza das toxinas?

O Instituto Tecnolóxico para o Control do Medio Mariño de Galicia (INTECMAR) encárgase do seguimento das proliferacións de fitoplancto tóxico nos polígonos de bateas das rías. Este organismo fai as análises químicas e os **bioensaio**s con ratos, para detectar a presenza de toxinas (Fig. 12.7).



Fig. 12.7. Viñeta sobre algunhas das etapas dos bioensaio)s con ratos. Máis información no DVD.

O INTECMAR é a autoridade con competencia para prohibir a extracción do mexillón cando se detectan toxinas por enriba dos valores legais ou hai peligro inminente de que isto ocorra.

■ Actividade final

Pódense extraer mexillóns esta semana?

O INTECMAR publica semanalmente na súa páxina web www.intecmar.org a situación das zonas de produción de moluscos e outros invertebrados mariños das augas da Comunidade Autónoma de Galicia.

Propoñémoste que te mergulles na páxina web de INTECMAR, escollas unha ría e durante un mes, fagas un seguimento do estado das zonas de produción de mexillón de batea desa ría, tomando nota de:

- 1) As especies de fitoplancto encontradas.
- 2) O estado (aberto ou pechado á extracción de mexillón) de cada unha das zonas.
- 3) No caso de que o estado sexa pechado, o tipo de toxicidade que motivou o peche.

Metodoloxía

Na páxina principal do INTECMAR (<http://www.intecmar.org/>), diríxete á sección de “Consulta do estado de zonas”. Antes de entrar imprime o documento “Guía de consulta do estado de zonas”, nel explícase como navegar pola páxina e atopar os datos que necesitas.

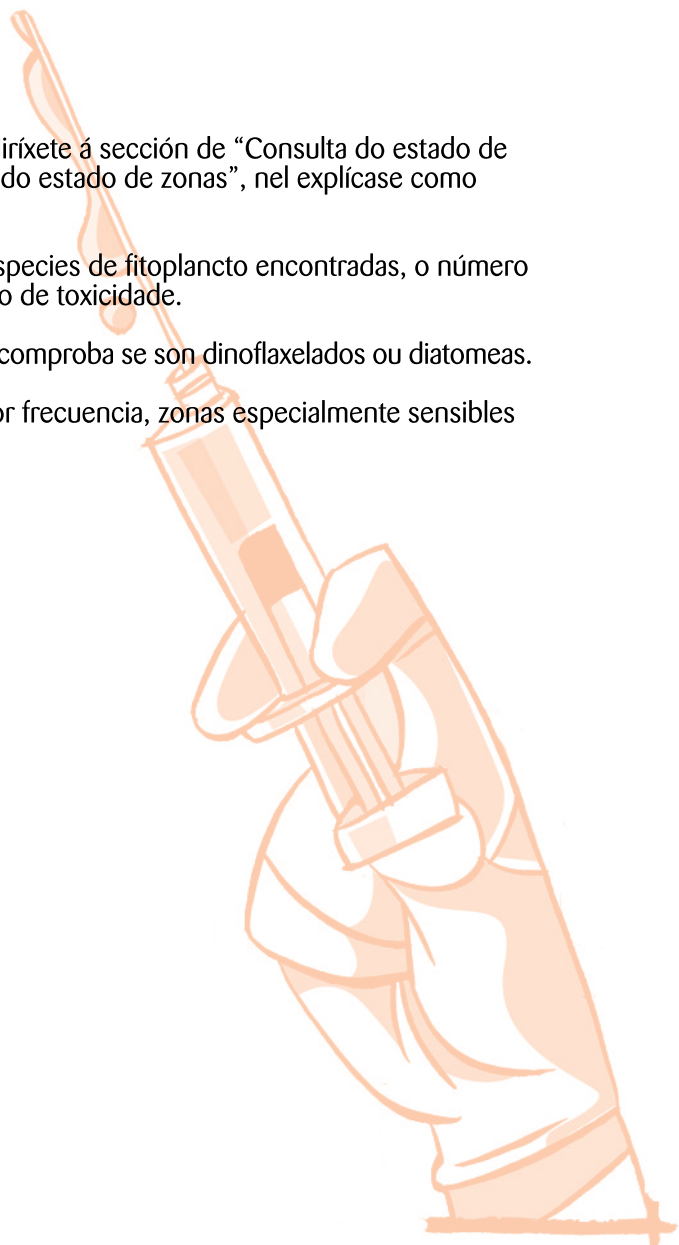
Apunta cada semana, para cada zona da ría que escolliches, as especies de fitoplancto encontradas, o número de células por litro, o estado (aberto ou pechado) da zona e o tipo de toxicidade.

Busca en internet fotografías ou debuxos das especies atopadas e comproba se son dinoflaxelados ou diatomeas.

Comenta os resultados obtidos (especies que aparecen con maior frecuencia, zonas especialmente sensibles a estar pechadas, tipos de toxicidade máis frecuente, etc.).

Material

Ordenador con conexión a internet.



Xa sabemos que que as mareas vermellas son proliferacións naturais de fitoplancto e que case nunca son tóxicas. Tamén sabemos que dependendo das condicións oceanográficas das rías haberá máis posibilidades de que medren as especies perigosas.



Recordade que as purgas de mar ou mareas vermellas, e as toxicidades dos mexillóns son fenómenos comúns pero raramente relacionados un co outro. É dicir, pode haber marea vermella sen toxicidade asociada, e perigo de toxicidade sen que exista coloración na auga.

Ficha 1

Tectónica e sedimentoloxía

- Explica que é unha ría e a súa formación
- Neste debuxo correspondente ao paleolítico, hai tres erros importantes. Es quen de atopalos?



Ficha 2

Hidrodinámica das rías

- A previsión do tempo no mar: explica como interpretando o mapa do tempo podes saber cal vai ser a circulación das rías.



Ficha 3

Fertilización e produción primaria

Indica con V (verdadeiro) ou F (falso) cales das seguintes afirmacións son certas:

- No océano, a base da cadea trófica mariña son os produtores primarios: algas unicelulares coñecidas co nome de fitoplancto.
- Os mexillóns aliméntanse da materia orgánica que está en suspensión na auga, composta fundamentalmente por organismos autótrofos unicelulares.
- Aos mexillóns favorécelles o afloramento porque as profundas augas frías, inmovilizan os seus máis directos depredadores e permitenlles vivir en condicións óptimas por algún tempo.
- Aos mexillóns favorécelles o afloramento xa que produce o descenso de augas frías profundas con elevadas concentracións de nutrientes.
- O afloramento fai que entren nas rías augas profundas, frías e densas, con elevadas concentracións de nutrientes que favorecen o crecemento das algas unicelulares ou fitoplancto. Estas algas son o alimento ideal dos mexillóns.



AVALIACIÓN MÓDULO 1. Despois de ver as tres fichas anteriores crees que hai relación entre a morfoloxía das rías, o vento e as masas de auga que bañan as nosas costas. Crees que poden afectar a contaminación no interior das rías.

Ficha 4

Ecofisioloxía do mexillón

Fai un sinxelo esquema das principais partes dun mexillón e explica como se alimenta.

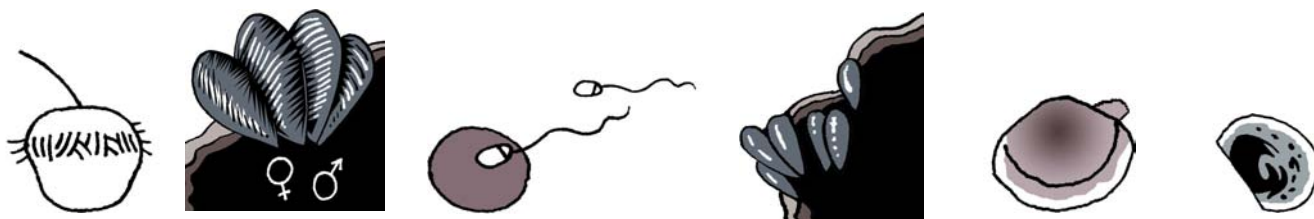
- Sabes cal é a diferenza entre feces e pseudofeces?
- Sabes a que especie pertence o mexillón galego?



Ficha 5

Ciclo de vida do mexillón

Ordena os seguintes debuxos para reproducir o ciclo de vida dos mexillóns... Es capaz de nomear as diferentes fases?

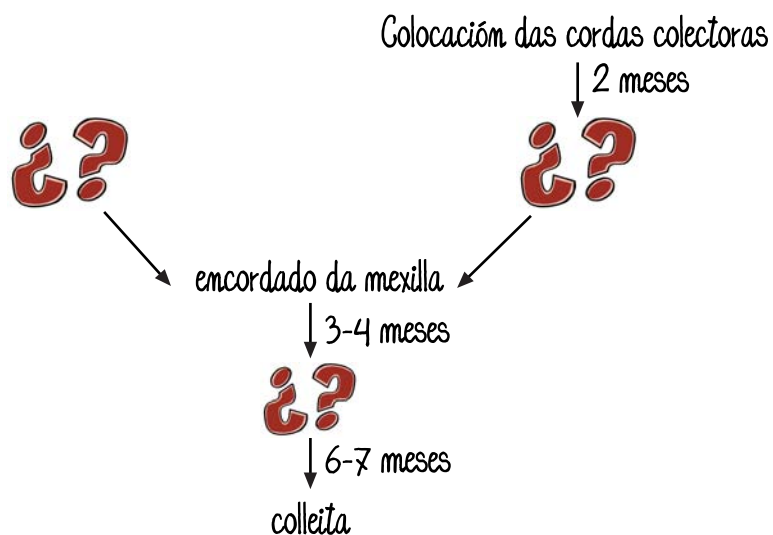


Que é o biso e pare que serve? Como se chama a estrutura que o produce? Onde está situada?

Ficha 6

Cultivo dos mexillóns en batea

Completa o esquema seguinte con todas as fases existentes no cultivo do mexillón:



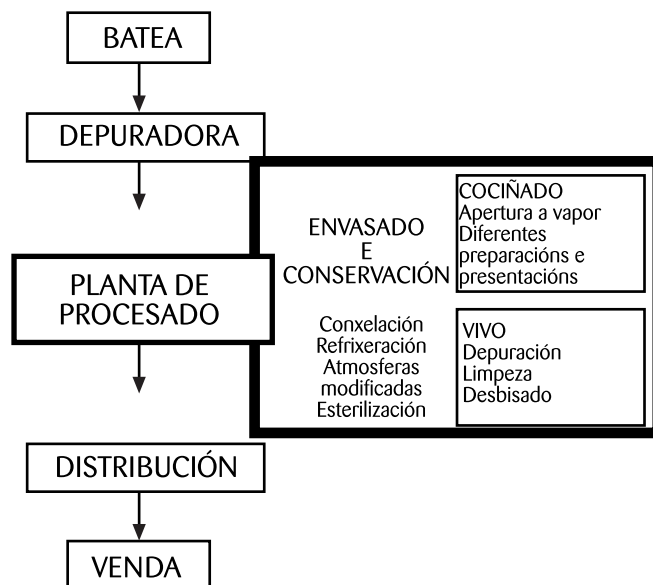
Ficha 7

Conservación e comercialización

Observa o seguinte esquema:

Agora sinala as fases do proceso de elaboración dos produtos da seguinte lista:

- unha malla de mexillóns frescos
- un envase en atmosferas modificadas
- unha lata de conservas
- unha pizza mariñeira conxelada

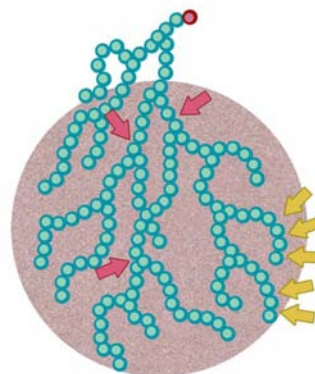


Ficha 8

Efluentes do procesamento do mexillón

Explica como conseguen alimentarse os organismos consumidores de glicosa cando dispoñen de polímeros de elevado tamaño.

Pensas que os EPM son residuos ou cumpriría aproveitalos?



Ficha 9

Trazabilidade

Sabendo que a trazabilidade é a ferramenta que permite o seguimento de todos e cada un dos elementos que interveñen nun proceso produtivo, que utilidade ten a trazabilidade para ti como consumidor?

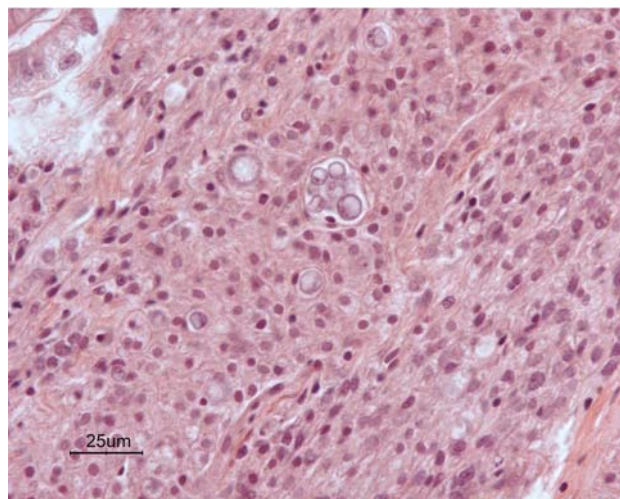


Ficha 10

Patoloxía dos moluscos bivalvos

Contesta as seguintes preguntas:

- cales son os principais patóxenos que afectan ao mexillón
- en que consiste a técnica de histoloxía? para que serve?
- por que é tan importante e revolucionaria a técnica da PCR?



Ficha 11

Contaminación antropoxénica

É realmente o mexillón un organismo ideal para detectar contaminación no medio mariño?
Explica si ten as calidades necesarias para selo.



Ficha 12

Purgas de mar

Indica con V (verdadeiro) ou F (falso) cales das seguintes afirmacións son certas:

- as purgas de mar son sempre tóxicas.
- os dinoflaxelados migradores toman vantaxe da súa capacidade de fuxir dos predadores.
- as toxicidades máis comúns son do tipo PSP (paralytic shellfish poisoning), DSP (diarrhetic shellfish poisoning) e ASP (amnesic shellfish poisoning).
- cando os polígonos están pechados non se poden coller mexillóns para o consumo por risco de intoxicación.
- As proliferacións de diatomeas tóxicas medran masivamente en situacións de esgotamento de nutrientes na capa superficial, especialmente nas calmas do verán e no outono.
- para que o mexillón estea tóxico é necesario que haxa purga de mar.

AVALIACIÓN MÓDULO 4. Tras facer as fichas 10, 11 e 12 que opinas do traballo que desenvolven os científicos, cres que é necesario? tes confianza na calidade dos mexillóns galegos? cres que é importante inverter na saúde ambiental das nosas rías? comprarías mexillóns ou marisco a vendedores non autorizados na rúa? por qué?

BIBLIOGRAFÍA E RECURSOS WEB

- ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE CONSERVAS DE PESCADOS Y MARISCOS (ANFACO-CECOPESCA): <<http://www.anfaco.es>>.
BRODY, A. e outros: Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y al vacío. Zaragoza : Editorial Acribia (1996).
- CENTRO OCEANOGRÁFICO DE VIGO (INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA): <<http://www.vi.ieo.es>>.
- CLARK, R.: Marine Pollution, Oxford, 2001.
- CLEMENTE, F., M. PÉREZ-ARLUCEA, G. FRANCES, I. ALEJO, D. GONZÁLEZ, M. A. NOMBELA e G. MÉNDEZ: “La transgresión holocena en la Ría de Vigo (Rías Baixas, Galicia). Registro sedimentario en la zona costera”, Geotemas, 6: 207-210 (2004).
- CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS: <<http://www.csic.es>>.
- CONSELLERÍA DO MAR: <<http://webpesca.xunta.es/web/pesca/portada>>.
- CONSELLO REGULADOR MEXILLÓN DE GALICIA: <<http://www.mexillondegalicia.org>>.
- DEPARTAMENTO DE XEOCIENCIAS MARIÑAS E ORDENACIÓN DO TERRITORIO (Universidade de Vigo): <<http://webs.uvigo.es/c10/webc10/presentacion.php>>
- Directiva 91/492/CEE do Consello, de 15 de xullo de 1991, pola que se fixan as normas sanitarias aplicables á produción e posta no mercado de moluscos bivalvos vivos dos produtos pesqueiros frescos e os da acuicultura ata a fase de primeira venda e o transporte de moluscos bivalvos vivos. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.
- FONDO DE REGULACIÓN Y ORGANIZACIÓN, MERCADO DE PRODUCTOS DE PESCA Y CULTIVOS MARINOS (FROM) - MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN: <<http://www.from.mapya.es>>.
- FRAGA, F.: “Possible utilization of the cooking water mussel”, Proc. gen. Count. Medit., 7: 325-327 (1963).
- FRANCO, J. M., M. A. MURADO, M^a I. G. SISO, J. MIRÓN e M^a P. GONZÁLEZ: “A HPLC method for specific determination of amylase and glucoamylase in complex enzymatic preparations”, Chromatographia, 27 (7-8): 328-332 (1989).
- GONZÁLEZ, M^a P., J. MIRÓN e M. A. MURADO: “Culture of endomyces fibuliger in mussel processing wastes and precipitation with PEGs of its extracellular amylolytic system”, Biotechnol. Lett, 9(4): 281-287 (1987).
- GONZÁLEZ, P., I. G. SISO, M. A. MURADO, L. PASTRANA, I. MONTEMAYOR e J. MIRÓN: “Depuration and valuation of mussel processing wastes. Characterization of amylolytic postincubates from different species grown on an effluent”, Bioresource Technol, 42(2): 133-140 (1992).
- GRUPO DE OCEANOGRAFÍA FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE VIGO: <<http://eddy.uvigo.es/>>.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC): <<http://www.iim.csic.es>>.
- INSTITUTO TECNOLÓXICO PARA O CONTROL DO MEDIO MARIÑO DE GALICIA (INTECMAR): <www.intecmar.org>.
- LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE ENFERMIDADES DE MOLUSCOS BIVALVOS (GRUPO DE PATOLOXÍA DE ORGANISMOS MARIÑOS, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS – CSIC): <http://patologia.iim.csic.es/lab_nac_ref/index.php?princ=1&act=1&idmenu=1>
- LUDORFF, W. e V. MEYER: El pescado y los productos de la pesca, Zaragoza: Editorial Acribia, 1978.
- MANNION, A. M.: Global Environmental Change, Addison Wesley Longman Limited, 1997.
- MIRANDA, M., I. G. SISO, M^a P. GONZÁLEZ, M. A. MURADO e J. MIRÓN: “Amylolysis in systems with amylase and glucoamylase. A comparative study of six methods of evaluation”, Biotechnol. Lett. (Techniques), 1(3): 195-200 (1987).
- MIRÓN, J., M^a P. GONZÁLEZ, J. A. VÁZQUEZ, L. PASTRANA e M. A. MURADO: “A mathematical model for glucosa oxidase kinetics, including inhibitory, deactivant and diffusional effects, and theirs interations”, Enzyme Microbial Technol, 34: 513-522 (2004).

BIBLIOGRAFÍA E RECURSOS WEB

- MIRÓN, J., M^a P. GONZÁLEZ, L. PASTRANA e M. A. MURADO: "Diauxic production of glucose oxidase by *Aspergillus niger* in submerged culture. A dynamic model", *Enzyme Microbial Technol.*, 31: 615-620 (2002).
 - MIRÓN, J., I. G. SISO, M. A. MURADO e M^a P. GONZÁLEZ: "Microfungus-yeast mixed cultures in the degradation of amylaceous wastes. II: An experimental design for optimization of yeast production", *Biotechnol. Lett. (Techniques)*, 2(3): 199-204 (1988).
 - MURADO, M. A., L. PASTRANA, M^a P. GONZÁLEZ e M^a I. MONTEMAYOR: Un procedimiento para la producción de ácido giberélico, en cultivo sumergido, a partir de los efluentes del procesamiento industrial del mejillón, OEPM, nº 9201240 (1992).
 - MURADO, M. A., I. G. SISO, M^a P. GONZÁLEZ, J. M. FRANCO e J. MIRÓN: "Producción de proteína unicelular a partir de efluentes de la elaboración del mejillón. II: Utilización de microhongos", *Agroquím. Tecnol. Alim.*, 29(2): 209-220 (1989).
 - MURADO, M. A., I. G. SISO, M^a P. GONZÁLEZ, M^a I. MONTEMAYOR, L. PASTRANA e J. PINTADO: "Characterization of microbial biomasses and amylolytic preparations obtained from mussel processing waste treatment", *Bioresource Technol.*, 43(2): 117-127 (1993).
 - MURADO, M. A., M^a P. GONZÁLEZ e L. PASTRANA: "Mussel processing wastes as a fermentation substrate", en A. M. Martin (ed.) *Fisheries processing: Biotechnological applications*, England: Chapman & Hall, 1994, capítulo 13, 311-343.
 - MURADO, M. A., M^a P. GONZÁLEZ e L. PASTRANA: "Production of microfungus metabolites on inert solid supports", en S. G. Pandalai (ed.) *Recent research developments in biotechnology and bioengineering*, Trivandrum-India: Research Signpost Publisher, 1 (1998), 405-432.
 - MURADO, M. A., M^a P. GONZÁLEZ, A. TORRADO e L. M. PASTRANA: "Amylase production by solid state cultures of *Aspergillus oryzae* on polyurethane foams. Some mechanistic approaches from an empirical model", *Process Biochem.*, 32(1): 35-42 (1997).
 - MURADO, M. A., M^a P. GONZÁLEZ, I. G. SISO, J. MIRÓN e L. PASTRANA: Un procedimiento para la depuración de los efluentes del procesamiento industrial del mejillón, con producción de proteína unicelular y un preparado amilolítico, OEPM, nº 900 251 (1992).
 - MURADO, M. A., I. G. SISO, M^a P. GONZÁLEZ e M^a I. MONTEMAYOR: "A simple form of immobilization and its effects on morphologic trends and metabolic activity of pellet-forming microfungi", *Bioresource Technol.*, 48(3): 237-243, (1994).
 - MURADO, M. A., P. GONZÁLEZ, L. PASTRANA, I. G. SISO, J. MIRÓN e I. MONTEMAYOR: "Enhancement of the bioproduction potential of an amylaceous effluent", *Bioresource Technol.*, 44(2): 155-163 (1993).
 - MURADO, M. A.: "Recursos marinos. El Proceso IIM", *Investigación y Ciencia*, 222: 84-85 (1995).
- Orde de 17 de outubro do 2000 pola que se aproba o regulamento de denominación de orixe "Mexillón de Galicia" e do seu consello regulador. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. (Diario Oficial de Galicia, xoves, 4 de setembro de 2008).
- Orde de 5 de novembro de 2004 pola que se regula o control da descarga e transporte dos produtos pesqueiros frescos e os da acuicultura ata a fase de primeira venda e o transporte de moluscos bivalvos vivos. (Diario Oficial de Galicia, venres, 12 de novembro de 2004).
- Outras unidades didácticas sobre o cultivo de mexillón: <<http://www.pescagalicia.com/entrada.asp>> (Mapa web/Centro de documentación/Documentación en formato texto/ Unidades didácticas de acuicultura).
- PASTRANA, L., M^a P. GONZÁLEZ e M. A. MURADO: "Production of gibberellic acid from mussel processing wastes in submerged batch culture", *Bioresource Technol.*, 45(5): 213-221 (1993).
 - PASTRANA, L., M^a P. GONZÁLEZ, J. MIRÓN e M. A. MURADO: "A new device for measuring diffusional restrictions and modelling substrate inhibition in starch-glucoamylase system", *Biotechnol. Lett.*, 20(2): 127-130 (1998).
 - PASTRANA, L., M^a P. GONZÁLEZ, J. PINTADO e M. A. MURADO: "Interactions affecting gibberellic acid production in solid state culture. A factorial study", *Enzyme Microbial Technol.*, 17: 784-790 (1995).
 - PASTRANA, L. M., M^a P. GONZÁLEZ, A. TORRADO e M. A. MURADO: "A fed-batch culture model for improved production of gibberellic acid from a waste medium", *Biotechnol. Lett.*, 17(3): 263-268 (1995).

BIBLIOGRAFÍA E RECURSOS WEB

- PINTADO, J., A. TORRADO, J. MIRÓN, M^a I. MONTEMAYOR, M^a P. GONZÁLEZ, M. A. MURADO e A. SANROMÁN: "Citric acid production from mussel processing wastes in solid state culture", Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent., 59(4b): 2429-2437 (1994).
- PINTADO, J., A. TORRADO, M^a P. GONZÁLEZ e M. A. MURADO: "Optimization of nutrient concentration for citric acid production by solid state culture of *Aspergillus niger* on polyurethane foams", Enzyme Microbial Technol., 23(1-2): 149-56 (1998).
- PINTADO, J., M. A. MURADO, M^a P. GONZÁLEZ, J. MIRÓN e L. PASTRANA: "Joint effect of nitrogen and phosphorus concentrations on citric acid production by different strains of *Aspergillus niger* grown on an effluent", Biotechnol. Lett., 15(11): 1157-1162 (1993).
- PINTADO, J., M^a P. GONZÁLEZ e M. A. MURADO: "Interactions between pretreatment and nutrient concentrations of mussel processing effluents for citric acid production", Enzyme Microbial Technol., 20(7): 544-49 (1997).
- PUERTA HENCHE, B.: Depuración de los moluscos bivalvos. Fundación Caixa Galicia: Santiago de Compostela (1995).
- SANROMÁN, A., M. A. MURADO e J. M. LEMA: "The influence of substrate structure on the kinetics of the hydrolysis of starch by glucoamylase", Appl. Biochem. Biotechnol., 59: 329-336 (1996).
- SISO, I. G., M. A. MURADO, J. M. FRANCO, J. MIRÓN e M^a P. GONZÁLEZ: "Microfungus-yeast mixed cultures in the degradation of amylaceous wastes. I: Interactions affecting amylolytic activity", Biotechnol. Lett., 10(6): 431-436 (1988).
- TARBUCK, E. J. e LUTGENS, F. K: Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física. Pearson Prentice Hall (2005).
- SIKORSKI ZDZISLAW, E.: Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación. Zaragoza: Editorial Acribia (1994).
- TORRADO, A., M^a P. GONZÁLEZ e M. A. MURADO: "pH regulation in solid state culture through the initial ratio between oxidized and reduced sources of nitrogen. A model applicable to the amylase production by *Aspergillus oryzae*", Biotechnol. Lett. (Techniques), 12(5): 411-14 (1998).
- TORRADO, A., M^a P. GONZÁLEZ, J. PINTADO, M^a I. MONTEMAYOR, J. MIRÓN e M.A. MURADO: "Amylase production from mussel processing wastes in solid state culture", Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent., 59(4b): 2471-2473 (1994).
- VERA, J. A. (ed.). Geología de España. Madrid: Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España (2004).
- GEOIBERIA DIVULGACIÓN Y MEDIOAMBIENTE: <<http://www.geoiberia.com>>.

GLOSARIO

Alta resistencia térmica (f7): Característica dos envases para soportar temperaturas moi altas (ou moi baixas) sen perder as súas propiedades. Por exemplo, a lata dunha conserva.

Autótrofos (f3): Seres vivos capaces de sintetizar ou elaborar a súa propia materia orgánica a partir de substancias inorgánicas procedentes do ambiente. Tamén se lles coñece co nome de produtores. A este grupo pertencen os vexetais terrestres, o fitoplancto mariño, e algunhas bacterias.

Axuste isostático (f1): Equilibrio que presenta a superficie terrestre debido á diferenza de densidade entre todas as súas partes.

Bacia oceánica (f1): Depresión moi extensa, relativamente uniforme, de contornos máis ou menos redondeados, que constitúe o fondo dos océanos. As concas ou bacías dos océanos alcanzan profundidades de 6.000 metros, e teñen os seus bordos limitados pola base do talude continental, situada a uns 2.000 metros de profundidade.

Bioacumulable (f11): Substancia que non se dissolve nin se degrada, o que permite a súa acumulación a longo prazo, durante a vida dun organismo ou dun ecosistema.

Biodegradable (f11): Produto ou substancia que pode descompoñerse nos seus elementos químicos elementais e naturais, pola acción de axentes presentes no medio no que se encontran.

Bioensaio (f12): Probas polas cales podemos determinar a natureza perigosa dunha substancia medindo a súa reacción ao poñela en contacto cun tecido ou un organismo vivo.

Biomasa (f3): Concepto que fai referencia á cantidade de materia viva existente nun volume ou superficie determinados. Exprésase en unidades de peso.

Biotoxinas (f7): Substancias venenosas producidas por organismos vivos que, cando son ingeridas ou se acumulan en determinadas doses ou niveis, poden causar danos concretos a outros organismos.

Bomba peristáltica (f4): Tipo de aparato que produce un desprazamento positivo de fluídos dentro dun circuíto, sen que estes cheguen a estar en contacto cos mecanismos impulsores. As bombas peristálticas utilízanse normalmente para bombear fluídos limpos ou estériles porque a bomba non pode contaminar o líquido, ou para bombear fluídos agresivos porque o fluído non pode danar a bomba.

Botellas oceanográficas (f3): Recipientes somerxibles que se utilizan nas campañas oceanográficas para recoller mostras nun punto determinado da columna de auga.

Branquias (f4): Órgano respiratorio de moitas especies animais acuáticas. Están formadas por membranas delgadas moi vascularizadas situadas por detrás da cabeza, e polas cales, ao escorregar a auga, se produce o paso (absorción) do osíxeno dende a auga á circulación sanguínea.

Cadea trófica (f3): Conxunto de relacións alimentarias que se establece entre as especies dun ecosistema. Trátase do proceso de transferencia de enerxía a través dos organismos de cada elo da pirámide alimentaria, no que un organismo se alimenta dos que se atopan no nivel inferior e, á súa vez, é o alimento dos que se atopan no superior. Os organismos da base da cadea trófica son os chamados produtores primarios. Estes poden “fabricar” o seu propio alimento mediante o proceso da fotosíntese, é dicir, sintetizando substancias orgánicas a partir de substancias inorgánicas que toman do mar, grazas á axuda da enerxía solar.

Cancerixenos (f11): Axentes físicos, químicos ou biolóxicos que teñen a capacidade de afectar a un tecido ou organismo vivo, producindo algún tipo de cancro ou neoplasia maligna. Aos axentes cancerixenos tamén se lles coñece co nome de carcinógenos.

Caudal (f2): Volume de auga que circula pola ría nun tempo determinado.

Célula (f10): Unidade morfolóxica e funcional de todo ser vivo.

Centrifugación (f8): Acción pola que se aproveita a forza centrífuga para separar os compoñentes dunha mestura segundo as súas distintas densidades.

Circulación estuárica (f2): Situación caracterizada pola conxunción en espazo e tempo de grandes masas de auga doce e salgada, como a que se produce nas rías galegas. A auga doce do río é máis lixeira que a salgada, polo que avanza en superficie cara ao mar, mentres que a auga salgada procedente do océano, por ser máis densa, entra no interior da ría polo fondo. Esta situación produce un gradiente vertical de salinidade, é dicir, que a concentración de sales aumenta coa profundidade.

Control (ou branco) (f4): Substancia ou mecanismo que se utiliza nun proceso analítico como certificación da funcionalidade correcta deste.

GLOSARIO

Converxencia (f12): Zonas do océano onde se encontran dous fluxos de auga normalmente de distinta densidade. Normalmente a auga máis densa se afunde e na superficie prodúcese a acumulación de organismos e obxectos flotantes, como por exemplo as microalgas.

Cultivos microbiolóxicos (f10): Métodos baseados na preparación de medios óptimos para a multiplicación de microorganismos, tales como bacterias e virus. En función do substrato e dos nutrientes que poñamos no noso cultivo, poderemos identificar os microorganismos que poidan chegar a crecer nel.

Decantación (f8): Proceso de separación de substancias non miscíbeis e de diferente densidade, que se atopan nun medio líquido; é dicir, separar un líquido do poso que contén, verténdoo suavemente noutro recipiente.

Detritus o detrito (f4): Residuos, xeralmente sólidos, que proveñen da descomposición de fontes orgánicas e minerais.

Dixestores anaerobios (f8): Son grandes depósitos nos que se acumulan líquidos residuais para que se produza neles unha dixestión anaerobia. Esta consiste no proceso polo cal algúns microorganismos son capaces de descompoñer substancias biodegradables en ausencia de osíxeno.

Encimas (f8): Molécula formada principalmente por proteínas producidas polas células vivas e que actúa como catalizador e regulador nos procesos químicos do metabolismo dos seres vivos.

Eurasia (f1): Nome que recibe a placa tectónica que inclúe Europa e a maior parte de Asia, pero sen ter en conta nin os subcontinentes India e Arabia, nin a área situada ao leste de Siberia.

Eutrofización (f8): Proceso que acontece en ecosistemas acuáticos, caracterizado por un aumento na concentración de nutrientes. As augas eutróficas poderían considerarse máis produtivas, pero cando se superan certos límites, o proceso vólvese negativo ao aparecer grandes cantidades de materia orgánica, cuxa descomposición microbiana ocasiona un descenso nos niveis de osíxeno do medio, diminuindo, polo tanto, a calidade xeral deste. A eutrofización adoita producirse como resultado de vertidos agrícolas, urbanos e industriais.

Frotis (f10): Extensión dunha mostra recollida de células, de tecidos, de exsudados ou de fluídos corporais, sobre unha lámina de cristal (portaobxectos) para o seu exame no microscopio óptico.

Heterótrofa ou mixótrofa (f3 e f12): Organismos incapaces de elaborar a súa propia materia orgánica a partir de substancias inorgánicas, polo que deben nutrirse doutros seres vivos. Tamén se lles coñece co nome de consumidores. A este grupo pertencen todos os integrantes do reino animal e gran parte das bacterias.

Hidratos de carbono (f8): Moléculas orgánicas formadas por átomos de carbono, hidróxeno e osíxeno. Conxuntamente coas proteínas e as graxas, son os compoñentes esenciais dos alimentos. Tamén se lles coñece co nome de glúcidos, carbohidratos ou sacáridos. A función básica nos organismos é a de achegar enerxía para desenvolver todas as funcións vitais, a glicosa é o máis representativo dos carbohidratos con esta función. Tamén teñen unha función estrutural, os máis representativos son a ribosa e a desoxirribosa; constituíntes básicos do ARN e do ADN, respectivamente.

Historia xeolóxica (f1): Enumeración cronolóxica de todos os procesos xeolóxicos que aconteceron nunha área determinada. Esta información pode ser obtida a través da interpretación dos mapas, dos perfís xeolóxicos e das columnas estratigráficas.

Homoxenizador (f9): Instrumento que permite mesturar uniformemente dúas ou máis substancias ata chegar a obter unha mestura uniforme.

Hospedador (f10): Ser vivo no corpo do cal se aloxa un organismo patóxeno, polo xeral, un parasito.

Inerte (f10): Inmóbil, paralizado, inactivo, incapaz de reacción; nalgúns casos é sinónimo de non ter vida.

Inflamado (f10): Tecido que sofre unha alteración patolóxica caracterizada por trastornos da circulación do sangue, e que se expresa frecuentemente por aumento de calor, arrubiamiento, inchazo e dor. É un proceso de resposta inespecífico ás agresións que sofre o organismo, que é reversible no caso de cesar as causas.

Inmunoloxía (f10): Rama das ciencias biomédicas que se ocupa do estudo das respostas de defensa do organismo a estímulos exógenos ou endógenos e ás súas implicacións patolóxicas. A inmunoloxía estuda todos os aspectos relacionados co sistema inmunitario, formado polo conxunto de órganos e tecidos capaces de dar unha resposta defensiva contra agresións ao organismo.

Inóculos (f12): Pequenas cantidades dunha substancia que contén axentes patóxenos (ver definición), coas cales somos capaces de introducir artificialmente esa enfermidade nun organismo.

GLOSARIO

Inocuo (f10): Inofensivo, que non é capaz de causar danos.

Larvas (f5): Organismo en estado de desenvolvemento, unha vez abandonou as cubertas do ovo e é capaz de nutrirse por si mesmo, pero que aínda non adquiriu a forma e a organización propia dos adultos da súa especie.

Líquido de goberno (f7): Cobertura de aceite ou outras salsas que se engaden para protexer ou dar sabor ao alimento sólido dun produto envasado. Co líquido de goberno adóitase encher o volume do envase que non é ocupado polo sólido, aínda que esta cantidade está limitada.

Materia prima (f7 e f8): Cada un dos elementos básicos que se utilizan de base e que se van incluíndo durante todas as etapas e procesos de elaboración dun produto.

Metamorfose (f5): Conxunto de cambios biolóxicos que experimentan certos animais durante o seu desenvolvemento ata chegar á súa forma de vida definitiva.

Microscopio óptico (f10): Aparato que, mediante unha adecuada combinación de cristais (ou ópticas), permite aumentar a imaxe das células ou tecidos que queremos observar, ata máis de 1.000 veces.

Microscopio electrónico de transmisión ou de varrido (f10): Aparato co cal chegamos a aumentar a imaxe que queremos ver ata un máximo de 500.000 veces (ou aumentos).

Monitorizar (f11): Proceso polo cal se controlan todas as variables e parámetros dunha actuación, para chegar a cumprir os obxectivos con éxito, sen desviarse do plan de traballo definido previamente.

Necrose (f10): Dexeneración dos tecidos ocorrida pola morte das células.

Nutrientes (f3): Elementos necesarios para alimentar un ser vivo, cos cales este pode manter o seu metabolismo activo, e desenvolver as súas actividades vitais de forma correcta.

Órgano (f10): Calquera das partes do corpo dun ser vivo que desempeñan unha función diferenciada.

Oroxénese alpina (f1): Proceso xeolóxico que se caracteriza pola formación ou rexuvenecemento de montañas e cordilleiras debido á deformación compresiva de rexións máis ou menos extensas da litosfera continental. A oroxénese alpina iniciouse hai 62 millóns de anos. Con ela formáronse, entre outros, o sistema alpino-himalaio, que se estende dende os Pireneos e o Alpes cara ao leste, pasando polo Cáucaso, ata unirse co maior núcleo oroxénico dese momento, o Himalaia. Tamén teñen a súa orixe nesta oroxénese as cordilleiras mediterráneas meridionais, como as Cordilleiras Béticas e o Atlas, ou as Montañas Rochosas e os Andes no continente americano.

Oroxénese herciniana (f1): Proceso xeolóxico que se caracteriza pola formación ou rexuvenecemento de montañas e cordilleiras debido á deformación compresiva de rexións máis ou menos extensas da litosfera continental. A oroxénese herciniana, tamén coñecida como pregamento herciniano, aconteceu en numerosos puntos do globo terrestre hai 300 millóns de anos. Este pregamento afectou a gran parte de Europa centro-occidental incluída a microplaca ibérica, creando cordilleiras como os Urais ou os Apalaches en América do Norte.

Paleolítico (f1): Etapa da prehistoria caracterizada fundamentalmente polo uso de útiles de pedra tallada. É o período máis longo da historia do ser humano, comprendendo un 99% desta. Esténdese dende hai uns 2,5 millóns de anos ata hai uns 10.000 anos.

Patóxenos (f7 e f10): Axentes biolóxicos con capacidade potencial de producir unha enfermidade ou dano na vida do hospedador.

Pegada dixital (f10): Mecanismo polo cal é posible identificar e certificar dun xeito preciso e único a unha persoa, a partir duns trazos identificativos únicos e intransferibles propios de cada individuo.

Pigmentos fotosintéticos (f3 e f12): Substancias, contidas nunha gran variedade de especies vexetais terrestres e do fitoplancto, capaces de captar a enerxía lumínica do sol e de transformala en enerxía química, mediante o proceso da fotosíntese.

Planta de procesado (f7): Instalación onde se transforma a materia prima para dar lugar a outros produtos. Hai distintas plantas de procesado, por exemplo os cocedoiros, onde se someten os mexillóns a un tratamento térmico con vapor ou auga, descúñchanse, e obtéñense viandas cocidas. Á súa vez, as viandas poden ser a materia prima na elaboración de pratos preparados noutra planta de procesado.

Plataforma continental (f2): Porción mariña que circunda os continentes, caracterizada por unha suave pendente do fondo ata chegar ao seu límite exterior, onde o fondo se inclina bruscamente dando comezo ao talude continental. Na costa galega está comprendida entre as profundidades de 50 e 200 metros.

GLOSARIO

Polígonos bateiros (f6): Conxunto de bateas localizadas nunha área xeográfica próxima entre elas e ben delimitada.

Polímero (f8): Composto obtido mediante un proceso químico polo cal se unen varias moléculas dun composto primario para formar unha cadea de múltiples elos destas e obter unha macromolécula.

Precipitación (f8): Reacción química que separa unha substancia sólida que se atopa en disolución.

Produto fresco (f7): Aquel que non foi sometido dende a súa captura a ningún proceso de conservación. No caso dos mexillóns, refírese aos mexillóns vivos. No mercado non se venden as viandas crúas e lembra que só se poden cocinar os mexillóns que estean pechados.

Produto elaborado (f7): Alimento resultante dunha formulación, sometendo os ingredientes a distintos procesos ou tratamentos. Este produto pode ser consumido directamente ou necesita dunha etapa de cociñado previa. Por exemplo, o mexillón en conserva é un produto elaborado listo para comer, pero tamén se pode encontrar na sección de conxelados, cunchas de mexillóns recheas de viandas de mexillón e bechamel que o consumidor ha de fritir antes de consumir.

Reactivación tectónica (f1): Situación que se produce cando nunha zona sen actividade de tectónica de placas (ver definición), antigas fallas que ata entón permanecían estáticas vólvense activas (reactívanse).

Salmoira (f7): Disolución de sal común en auga.

Seguridade alimentaria (f7 e f11): Segundo a definición oficial adoptada pola Organización das Nacións Unidas para a Agricultura e a Alimentación (FAO), a seguridade alimentaria é un concepto que define un contexto xeral no cal todas as persoas teñen, en todo momento, acceso físico e económico a suficientes alimentos inocuos e nutritivos para satisfacer as súas necesidades alimenticias, e poder levar así unha vida activa e sa.

Táboa cronoestratigráfica (f1): Táboas nas que se divide e distribúe o tempo xeolóxico da Terra en bloques de anos relacionados con acontecementos importantes que os caracterizaron. Non existe unha completa unanimidade á hora de establecer unha soa táboa calibrada do tempo xeolóxico nuns intervalos de anos completamente definidos.

Talle (f7): Clasificación por tamaño ou peso do mexillón, por envase ou quilo de produto. Por exemplo, nunha lata de mexillón en conserva defínese "grande" cando cada vianda pesa máis de 7,5 gramos.

Tecido (f10): Cada unha das estruturas formadas por células de natureza e orixe idénticas, que desempeñan en conxunto unha determinada función nos organismos vivos. Por exemplo: tecido nervioso, tecido muscular, tecido óseo.

Tectónica de placas (placas tectónicas) (f1): A tectónica de placas (do grego, tekton, "o que constrúe") é unha teoría xeolóxica que explica a forma en que está estruturada a litosfera (a porción externa máis fría e rixida da Terra). A teoría dá unha explicación ás placas tectónicas que forman a superficie da Terra e aos desprazamentos que se observan entre elas no seu esvaramento sobre o manto terrestre. Tamén explica a formación das cadeas montañosas (oroxénese). Así mesmo, dá unha explicación satisfactoria de por que os terremotos e os volcáns se concentran en rexións concretas do planeta ou de por que as grandes fosas submarinas están xunto a illas e continentes e non no centro do océano.

Transecto (f3): Liña imaxinaria que define previamente por onde debe transcorrer unha campaña oceanográfica, co obxectivo de estandarizar a metodoloxía das mostraxes. En cada transecto pódense definir estacións ou puntos específicos de recollida de mostras ou datos.

Unicelulares (f3): Seres vivos conformados por unha soa célula.

Valvas (f4): Cada unha das pezas sólidas e duras que constitúen a cuncha dos moluscos bivalvos e dalgúns outros invertebrados.

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

Autoría das imaxes recollidas na unidade didáctica e no DVD:

Arturo Boyra López (oceanográfica.com)

Cristina Rodríguez Eijo (IIM - CSIC)

David Villegas Ríos (IIM - CSIC)

Elsa María Silva Caride (IIM - CSIC)

Gabriel Rosón Porto (UVIGO)

Gabriel Sampedro Cedeira (IIM - CSIC)

Germán Latorre Díaz (Grupo PROINSA)

Grupo de Fisioloxía, Nutrición e Cultivo de moluscos bivalvos (IIM - CSIC)

Grupo de Oceanoloxía (IIM - CSIC)

Grupo de Patoloxía de Organismos Mariños e Laboratorio Nacional de Referencia de Enfermidades de Moluscos Bivalvos (IIM - CSIC)

Grupo de Reciclado y Valoración de Residuos (IIM - CSIC)

Grupo de Tecnoloxía de Productos Pesqueiros (IIM - CSIC)

Helena Regueiro Rodríguez (Grupo PROINSA)

Jorge de los Bueis Mellado

José Manuel Fernández Babarro (IIM - CSIC)

Laura García Peteiro (IIM - CSIC)

Luisa Martínez Lorenzo (Delegación Institucional CSIC Galicia)

Lula Fernández Rosende (Grupo PROINSA)

M^a Teresa Criado Milia (Grupo PROINSA)

Manuel Enrique García Blanco (IIM - CSIC)

Marcos Villafín Martínez (IIM - CSIC)

María García Vázquez (Grupo PROINSA)

Marta Bernárdez Costa (IIM - CSIC)

Proxecto DIVULGAMAR (IIM - CSIC)

Ramón Filgueira Collazo (IIM - CSIC)

Rut Gandón Bernárdez

Santiago Fraga Rivas (Centro Oceanográfico de Vigo – IEO)

Unidad de Tecnología Marina (CSIC)

INFORMACIÓN DVD

Requisitos do sistema para utilizar o DVD:

PC compatible Intel o AMD de 500Mhz ou superior.

256 MB de RAM como mínimo.

Unidade de DVD.

Monitor cunha resolución de 1024x768 ou superior.

Sistema operativo Microsoft Windows XP ou superior.

Recomendable Adobe Acrobat Reader (incluído no disco).



AGRADECEMENTOS

Ao persoal científico e técnico de ANFACO-CECOPESCA, do Centro Oceanográfico de Vigo, da Universidade de Vigo e do Instituto de Investigacións Mariñas, implicado directa ou indirectamente na elaboración deste material didáctico. A todos agradecerlles a súa dispoñibilidade, esforzo e paciencia.

Ao Grupo Linamar, Pescados Marcelino, El Corte Inglés (Vigo) e Peixes e Mariscos Xanela por permitirnos facer fotografías nos seus establecementos. Ao Grupo PROINSA, polas fotografías e polos seus achegamentos ao DVD.

A Uxío Labarta, coordinador institucional do CSIC en Galicia, polo apoio ao proxecto DIVULGAMAR.