

materia

Instrumentación e Monitorización Ambiental

unidade didáctica 1

Introdución á monitorización ambiental

M^a Carmen Barciela Alonso

Elena M^a Peña Vázquez

Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatoloxía
Facultade de Química

titulación

Máster en Enxeñaría Ambiental



VICERREITORÍA DE ESTUDANTES,
CULTURA E FORMACIÓN CONTINUA



unidade didáctica 1

Introdución á monitorización ambiental

M^a Carmen Barciela Alonso

Elena M^a Peña Vázquez

Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatoloxía
Facultade de Química



© Universidade de Santiago de Compostela, 2013



Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.g>

Deseño
Unidixital
Servizo de Edición Dixital
da Universidade de Santiago de Compostela

Edita
Vicerreitoría de Estudantes,
Cultura e Formación Continua
da Universidade de Santiago de Compostela
Servizo de Publicacións
da Universidade de Santiago de Compostela

Imprime
Unidixital
Dep. Legal: C 56 - 2013
ISBN 978-84-9887-957-5

ADVERTENCIA LEGAL: reservados todos os dereitos. Queda prohibida a duplicación, total ou parcial desta obra, en calquera forma ou por calquera medio (elec-trónico, mecánico, gravación, fotocopia ou outros) sen consentimento expreso por escrito dos editores.

MATERIA: Instrumentación e monitorización ambiental.
TITULACIÓN: Máster en Enxeñería Ambiental.
PROGRAMA XERAL DO CURSO
Localización da presente unidade didáctica

Unidade I. Introducción á monitorización ambiental.

Mostraxe ambiental: Tipos de mostrax e tipos de mostraxe
Plans e protocolos de mostraxe ambiental
Toma de mostra de aire
Obtención de mostrax representativas
Selección de aparatos para a mostraxe

Unidade II. Técnicas Espectroscópicas usadas en monitorización ambiental.

Espectroscopía de Absorción Molecular: UV-Vis, IR, FT-IR, DOAS
Espectroscopía de Emisión Molecular: fluorescencia, fosforescencia e quimioluminiscencia

Espectroscopía Atómica: absorción, emisión e fluorescencia

Unidade III. Técnicas Cromatográficas usadas en monitorización ambiental.

Fundamento e clasificación das técnicas cromatográficas
Cromatografía de Líquidos: tipos e aplicacións ambientais
Cromatografía de gases: aplicacións ambientais

Unidade IV. Sensores en monitorización ambiental.

Introdución
Condições que debe cumprir un sensor
Clasificación dos sensores: electroquímicos, ópticos, piezoeléctricos e termistores
Biosensores: principios de biorecoñecemento
Aplicacións na monitorización de auga e do aire

Unidade V. Sensores remotos.

Fundamento
Clasificación e configuracións dos sensores remotos
Sensores remotos de camiños integrados
Sensores remotos de resolución de recorridos

Unidade VI. Medida de emisións atmosféricas.

Introdución
Mostraxe en cheminea: parámetros a optimizar
Representatividade da mostra
Selección de equipos de medida
Calibración
Métodos analíticos estándar

Unidade VII. Medida da Calidade do Aire. Clasificación dos contaminantes.

Clasificación dos contaminantes
Medida e identificación de partículas
Medida e identificación de aerosois
Análises de gases
Redes de vixía da contaminación atmosférica

Unidade VIII. Instrumentación meteorolóxica

Introdución á medida das variables meteorolóxicas

Medida da temperatura

Medida de presión

Medida do vento

Medida da radiación

Medida de humidade atmosférica

Estacións meteorolóxicas automáticas: Normas UNE para a instalación de estacións automáticas e sensores

Normas UNE para a adquisición de datos nas estacións automáticas

ÍNDICE

Presentación	7
Os obxectivos	8
Os principios metodolóxicos	9
Os contidos	10
1. Introducción	10
2. Mostraxe ambiental	10
2.1. Problemas da mostraxe	10
2.2. Mostra e poboación	10
2.3. Control de calidade da mostraxe	10
2.4. Tipos de mostras e de mostraxe	10
2.5. Plan de mostraxe do aire	10
3. Mostraxe do aire	10
3.1. Programas de monitorización	10
3.2. Principios de mostraxe ambiental	10
3.2.1. Consideracións preliminares	11
3.2.2. Métodos e equipos de mostraxe	11
Actividades propostas	11
Avaliación da UD	12
Anexos	12
Anexo 1	12
Anexo 2	13
Anexo 3	14
Bibliografía	16

PRESENTACIÓN

O Máster de Enxeñería Ambiental é un Máster de 90 créditos ECTS, que se imparte na Escola Técnica Superior de Enxeñería (ETSE) da Universidade de Santiago de Compostela.

A distribución dos 90 ECTS realízase nun período de 18 meses. No primeiro ano (60 ECTS) impártense cinco módulos, que se distribúen dende setembro a xullo. No segundo ano (30 ECTS), nos dous primeiros meses impártense as clases teóricas do módulo seis e o resto dos meses dedícanse a realización do Proxecto Fin de Máster.

Os módulos impartidos no Máster son os que se indican a continuación:

Primeiro ano:

Módulo I: Fundamentos

Módulo II: Tratamento de Augas

Módulo III: Monitorización e Redución da Contaminación Atmosférica

Instrumentación e Monitorización Ambiental (IMA)

Medio Ambiente e Redución de Emisións

Técnicas de Análise Territorial

Laboratorio de Modelización

Módulo IV: Recuperación de Solos e Xestión de Residuos

Módulo V: Prácticas externas

Segundo ano:

-Módulo VI: Xestión Ambiental

-Módulo VII: Proxecto Fin de Máster

A materia de Instrumentación e Monitorización Ambiental é una materia obrigatoria de 3 ECTS do Módulo III (Monitorización e Redución da Contaminación Atmosférica). Os contidos impartidos en IMA introducen ao alumno nas diferentes técnicas instrumentais empregadas na monitorización ambiental, dende a etapa de mostraxe ata a análise das mostras no laboratorio.

Esta unidade didáctica é a primeira das unidades impartidas nesta materia. Nesta unidade faise en primeiro lugar unha introdución á monitorización ambiental para pasar, en segundo lugar, a explicar o proceso de mostraxe ambiental. A etapa de mostraxe é unha das primeiras etapas do proceso analítico e unha das máis importantes. Unha etapa de mostraxe mal planificada levará á obtención de resultados erróneos no proceso analítico.

A unidade didáctica impartirase en 6 sesións (50 minutos cada unha) distribuídas en clases maxistras, clases interactivas de seminario e titorías obrigatorias. Os contidos desenvolvidos nesta unidade están relacionados cos contidos das outras sete unidades didácticas da materia xa que as técnicas empregadas tanto na etapa de mostraxe como de preparación da mostra serán seleccionadas en función das técnicas instrumentais que se empreguen para a determinación dos diferentes contaminantes.

OS OBXECTIVOS

Os obxectivos xerais da materia son os seguintes:

Ao rematar a materia o alumno deberá ser capaz de:

- OX.1 Coñecer as bases científicas das principais técnicas de análise e os distintos tipos de instrumentación utilizados na monitorización ambiental
- OX.2 Aprender a seleccionar o tipo de mostraxe e método de pretratamento que se debe utilizar en función do tipo de mostra e do método e técnica analítica que se utilice para a determinación do analito nun problema ambiental.
- OX.3 Comparar e seleccionar entre as distintas técnicas dispoñibles para a monitorización ou análise ambiental co obxectivo de obter a información requirida e proporcionar datos analíticos de calidade.
- OX.4. Incrementar as destrezas relacionadas coa resolución de problemas e a toma de decisións en base á información obtida.
- OX.5 Ter un coñecemento global dos problemas ambientais máis importantes na actualidade.
- OX.6 Realizar estudos bibliográficos e sintetizar resultados.
- OX.7 Traballar eficazmente en equipos interdisciplinares.
- OX.8 Traballar de forma autónoma e organizar e distribuír os tempos e tarefas.

Obxectivos específicos da unidade didáctica:

Ao remate da unidade didáctica o alumno deberá ser capaz de:

- OE.1 Coñecer e diferenciar entre os diferentes tipos de mostras e de mostraxe ambiental.
- OE.2 Coñecer os métodos e os equipos de toma de mostra de contaminantes gasosos e partículas contaminantes.
- OE.3 Establecer redes de control ambiental.
- OE.4 Seleccionar o tipo e método de mostraxe a empregar en función do problema formulado.
- OE.5 Elaborar un protocolo de mostraxe ambiental.

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

A metodoloxía empregada para o desenvolvemento desta unidade didáctica será unha combinación de clases maxistras e actividades para fomentar a participación do alumnado.

Clases maxistras

Nas clases maxistras o profesor/a explicará os contidos teóricos do tema axudado por presentacións dixitais e vídeos como principais recursos didácticos. Ademais o profesor/a mostrará na clase algúns dos equipos empregados para a toma de mostras ambientais. A materia contará cunha aula virtual onde o estudantado poderá atopar as presentacións e todo o material empregado na clase.

Seminarios e titorías obrigatorias

Para facilitar a comprensión dos diferentes contidos teóricos do tema, farase un estudo de casos prácticos (por exemplo, discusión de novas de prensa), promovendo desta forma a participación dos estudantes.

Os estudantes realizarán un traballo en grupo (normalmente de 3 persoas) sobre as diferentes aplicacións dos contidos teóricos explicados na clase. O tema do traballo será proposto polo profesor/a ao principio do curso. En todos os casos o traballo consistirá en propoñer un protocolo de mostraxe ambiental para estudar un problema ambiental formulado. Posteriormente realizarán unha exposición na clase cunha discusión posterior.

Para facilitar a realización do traballo e resolver as dúbidas dos estudantes, o profesor/a estará en contacto permanente cos estudantes a través da aula virtual e das titorías presenciais. A exposición e discusión dos traballos levarase a cabo nas clases interactivas (seminarios e titorías obrigatorias). Despois da exposición formularanse unha serie de cuestións para a avaliación. Estas cuestións servirán tamén para resaltar os contidos máis importantes da materia, para realizar un seguimento da evolución dos estudantes e resolver posibles dúbidas que se formulen.

Os traballos realizados polo estudantes estarán a disposición dos demais estudantes na aula virtual da materia.

Visita ao Laboratorio de Medioambiente de Galicia (LMAG) da Coruña

Como complemento ás actividades realizadas na clase, nesta materia está programada a realización dunha visita ao Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia dependente da Xunta de Galicia. Durante esta visita os estudantes verán as tarefas e os tipos de análises que diariamente se realizan no laboratorio para o control da calidade ambiental das distintas cidades de Galicia.

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. Introducción.

Monitorización ambiental. Obxectivos da monitorización ambiental. Características dos métodos empregados. Métodos analíticos empregados en análise ambiental. Tendencias en análise ambiental.

Relacionado co obxectivo OE.1.

2. Mostraxe ambiental

Etapas do proceso analítico. Estratexias de mostraxe.

2.1. Problemas da mostraxe

Variabilidade da mostra. Problemas de contaminación na etapa de mostraxe. Custo da mostraxe.

2.2. Mostra e poboación

Definición de mostra e poboación. Tipos de poboación. Mostra representativa.

2.3. Control de calidade da mostraxe

Obxectivos do control de calidade. Fontes de dispersión dos resultados.

2.4. Tipos de mostras e de mostraxe

Tipos de mostras: aleatorias, sistemáticas, estratificadas e complexas. Tipos de mostraxe: aleatoria simple e estratificada, sistemática e dirixida. Comparación dos tipos de mostraxe en termos de número de mostras e variabilidade dos resultados.

2.5. Plan de mostraxe

Definición. Aspectos a considerar na etapa de mostraxe. Protocolo de planificación e mostraxe. Tipos de protocolos. Elementos dun protocolo de mostraxe ambiental.

Relacionado cos obxectivos OE.1 e OE.3-OE.5

3. Mostraxe do aire

Obxectivos. Etapas clave.

3.1. Programas de monitorización

Obxectivos dun programa de monitorización. Definición dos parámetros ambientais. Selección de número de puntos de mostraxe. Elección do método de mostraxe.

3.2. Principios da mostraxe do aire

Obtención de mostras representativas. Selección da técnica a empregar para a toma da mostra.

3.2.1. Consideracións preliminares

Volume da mostra. Velocidade de mostraxe. Duración. Limitacións de recollida en función do tipo de contaminante. Regras xerais.

3.2.2. Métodos e equipos de mostraxe do aire

Mostraxe ambiental e fontes de mostraxe. Mostraxe isocinética. Selección do equipo de mostraxe e das técnicas de análise. Equipos para a toma de mostras. Equipos de mostraxe de contaminantes gasosos. Mostraxe de aerosois e partículas contaminantes.

Relacionado cos obxectivos OE.1-OE.5

ACTIVIDADES PROPOSTAS

Traballo en grupo: elaboración dun protocolo ambiental.

Os estudantes realizarán un traballo sobre a elaboración dun protocolo de mostraxe ambiental para a resolución dun problema ambiental concreto. Un exemplo dos temas propostos así como o esquema que se debe seguir para a realización dos traballos móstrase no **Anexo 1**.

Discusión de casos prácticos: noticias de prensa.

Entre os casos prácticos discutidos na clase atoparanse noticias de prensa. Animarase aos estudantes a buscar novas relacionadas cos temas tratados na clase. Algunhas das novas de prensa discutidas na clase amósanse no **Anexo 2**.

Visita ao Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia (LMAG) na Coruña.

Farase unha excursión ao Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia. A duración da visita é de aproximadamente 3 horas, nas que os responsables das distintas unidades do centro lles amosan aos estudantes os principais equipamentos empregados na análise e monitorización ambiental en Galicia. Os responsables da unidade de control da calidade do aire de Galicia explicaranlle aos estudantes a rede de mostraxe ambiental da comunidade galega cos principais puntos de mostraxe. Tamén coñecerán como se fai a mostraxe en chemineas industriais e os detalles do rexistro de emisións industriais de Galicia.

AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

O sistema de avaliación da materia constará dos seguintes puntos:

- Os contidos teóricos desta unidade serán avaliados xunto cos das outras unidades didácticas nun exame final ao remate da materia cun valor do 65% da nota final (Exemplo do cuestionario **Anexo 3**)
- Valoración dos traballos realizados ao longo do curso sobre diferentes temas relacionados co programa da materia. Cada alumno/a presentará dous traballos (un correspondente a esta unidade) que realizará en grupo e a avaliación dos dous traballos supón un 25% da nota final da materia. Neste apartado valorarase o traballo escrito, a exposición e a discusión do mesmo.
- Valoración da asistencia e participación activa na clase e na discusión dos casos prácticos cun valor do 10% na nota final.

ANEXOS

Anexo 1

Exemplos dos temas propostos para a elaboración dos traballos en grupos:

- Estudo das emisións de dióxido de xofre nunha central térmica.
- Estudo dos niveis de metais pesados nos aerosois atmosféricos dunha cidade.
- Estudo das emisións de PCBs dunha incineradora.
- Estudo dos niveis de arsénico en auga de estuario.
- Estudo dos niveis de benceno en auga de río.
- Estudo dos niveis de TBT en sedimentos mariños.
- Estudo das emisións de NOx nas proximidades dunha refinería.
- Estudo dos niveis de herbicidas en solos.
- Estudo dos niveis de ozono nunha gran cidade.

Esquema do traballo

Introdución: interese do tema

Tipo de mostraxe

Plan de mostraxe: obxectivos xerais

Protocolo de mostraxe

Tipos de mostras e métodos de mostraxe

Conclusións

Bibliografía

Anexo 2

Noticias prensa

La Voz de Galicia.es Actualizado: 05:12 h. domingo, 17 de junio de 2012

Edición en Castellano

Portada Galicia **Vigo** Baiona Cangas Moaña O Porriño Pontearreas Redondela Tui

Temas Carlos Dívar Rescate Bancario Copago «Disculpen, soy feliz» Elecciones en Grecia Eurocopa Fiestas de San Juan

ÚTIL 7

A+ A- +1

VIGO

En Vigo respiramos aire tóxico

La ciudad padeció cifras peligrosas de partículas en febrero y marzo y su toxicidad superó los límites establecidos

ANTÓN LOIS
Amigos da terra 17 de junio de 2012 05:10

★★★★★ 9 votos

Nos gusta ser una ciudad de récords, aunque algunos podríamos ahorrarlos porque no siempre ser el líder en algo representa una buena noticia. Muchas veces denunciarnos que Vigo tiene el dudoso mérito de ser la ciudad gallega con los mayores niveles de contaminación atmosférica, pero las cifras suelen ser abstractas, y si las cantidades son abrumadoras resultan difíciles de abarcar ni con la imaginación. Ya comentamos que Vigo emite a la atmósfera más de 1.955.000 toneladas anuales de gases de invernadero, 600.000 de ellas



Edición en galego Rss Edición Impresa: Servicios | Diario en PDF | Monográficos

La Voz de Galicia.es lavoz.es tienda buscar

PORTADA GALICIA DEPORTES SOCIEDAD DINERO ESPAÑA MUNDO OPINIÓN BLOGS OCIO Y CULTURA SERVICIOS TIENDA ANUNCIOS PISOS COCHES EMPLEO

A Coruña A Mariña Arousa Barbanza Carballo Deza Ferrol Lemos Lugo Ourense Pontevedra Santiago Vigo Emigración

La mitad de la contaminación del Umia se origina en O Salnés

Los vertidos más perjudiciales se registran en el municipio de Meis

M. Alfonso | VILAGARCÍA / LA VOZ | 25/10/2011

★★★★★ (3 votos) # Mención Recomendar

La comarca de O Salnés es la responsable de la mitad de la contaminación que afecta al río Umia. Esta es la principal conclusión que se puede extraer del informe elaborado por Augas de Galicia. La principal fuente de abastecimiento de agua de la comarca arousana recibe, a diario, 130 vertidos, 43 de los cuales son contaminantes. Y catorce de ellos tienen su origen en el Concello de Meis, que encabeza la lista de municipios que más ensucian este cauce.



Noticias + vistas Vídeos Álbumes

1. Cientos de menores pasaron el Fin de Año en la calle tras pagar 40 euros

Anexo 3

Exemplo de cuestionario de avaliación da unidade didáctica:

1. ¿Cal das seguintes definicións corresponden a mostras complexas?
 - a) Calquera porción da poboación ten igual oportunidade de ser elixida.
 - b) Son porcións da poboación obtidas de subpartes identificadas.
 - c) Son tomadas de forma sistemática para controlar unha hipótese sistemática.
 - d) Son combinacións de mostras individuais que en conxunto representan a media global.
 - e) Ningunha das respostas anteriores é correcta.

2. Indicar cal das seguintes informacións relativas á mostraxe é correcta:
 - a) Na mostraxe sistemática o número de mostras é grande e a desviación relativa é grande.
 - b) Na mostraxe aleatoria o número de mostras recollidas e a desviación estándar son grandes.
 - c) Na mostraxe dirixida o número de mostras é pequeno e a desviación estándar relativa é grande.
 - d) Ningunha das anteriores é falsa.

3. Unha fonte de mostraxe é:
 - a) Recollida da mostra antes de que o contaminante saia da fonte de emisión.
 - b) Recollida da mostra de aire ambiental.
 - c) Unha mostra homoxénea.
 - d) Ningunha da respostas anteriores é correcta.

4. Nunha mostraxe isocinética,
 - a) A velocidade de recollida da mostra debe ser sempre superior á velocidade de saída dos gases do foco emisor para que a mostra sexa representativa.
 - b) A velocidade de recollida da mostra debe ser sempre inferior á velocidade de saída dos gases do foco emisor para que a mostra sexa representativa.
 - c) A velocidade de recollida da mostra debe ser sempre igual á velocidade de saída dos gases do foco emisor para que a mostra sexa representativa.
 - d) Pódese recoller a calquera fluxo.

5. Na mostraxe activa:
 - a) Colectan un contaminante específico por medio dunha adsorción ou absorción nun substrato químico seleccionado durante un tempo medio.
 - b) É necesario bombear a mostra a través dun medio de colección ffsico o químico.

- c) A análise do contaminante é sempre a tempo real.
- d) Só nos dan información da concentración media en longos períodos de tempo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bibliografía básica

- BAIULESCU, G.E., DUMITRESCU, P., ZUGRAVESCU, P. GH. (1991): *Sampling*, Ellis Horwood Series in Analytical Chemistry.
- BARCELÓ, D.,(2000) *Sample Handling and Trace Analysis of Pollutants*. Elsevier.
- CHUNLONG ZHANG (2007) *Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis*, Wiley.
- FIFIELD,F.W., HAINES, P.J. (2000) *Environmental Analytical Chemistry*. Blackwell Science
- KEITH, L.H., (1991) *Environmental Sampling and Analysis*. Lewis Publishers, INC.
- NEVERS, N.,(2000) *Air Pollution Control Engineering*. Mac Graw Hill.
- OROZCO BARRENETXEA, C., PÉREZ SERRANO, A., GONZÁLEZ DELGADO M.N., RODRÍGUEZ VIDAL F.J., ALFAYATE BLANCO J.M., (2003) *Contaminación Ambiental, una visión desde la Química*. Thomson.
- QUEVAUVILLER P.H.,(2008) *Quality Assurance in Environmental Monitoring: Sampling and Sample Pretreatment*. VCH.

2. Recursos na internet (última consulta 12/7/12)

- Environmental Protection Agency (USA):
<http://www.epa.gov/air/airpollutants.htm/>
- Xunta de Galicia: <http://aire.medioambiente.xunta.es>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente:
<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/default.aspx>
- Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas:
<http://www.cmati.xunta.es/>
- Páxina web de casas comerciais onde se amosan vídeos sobre o manexo de diferentes equipos de mostraxe:
- www.ams-samplers.com
- Vídeo de uso de botellas Niskin para toma de mostra de augas:
<http://www.youtube.com/watch?v=qNYPCRuwDUM>

- Vídeo sobre o modo de emprego dun equipo de toma de mostra de sedimentos mariños:
http://www.youtube.com/watch?v=2WRG_Y1_elQ&feature=related
- Vídeo dun equipo de toma de mostra de sedimentos suspendidos:
<http://www.youtube.com/watch?v=PnSm4hNAJ4Q&feature=related>
- Vídeo de toma de mostras de aire en chemineas:
<http://www.youtube.com/watch?v=4Rcl4MOHQ0U>
- Vídeo de toma de mostras de aire utilizando bolsas Tedlar:
<http://www.youtube.com/watch?v=h9m8HAhn-R8&feature=related>

3. Normativa

REAL DECRETO 1796/2003, de 26 de decembro, relativo ao ozono no aire ambiente.

REAL DECRETO 1073/2002, de 18 de outubro, sobre avaliación e xestión da calidade do aire ambiente en relación co dióxido de xofre, dióxido de nitróxeno, óxidos de nitróxeno, partículas, chumbo, benceno e monóxido de carbono.

Real Decreto 102/2011, de 28 de Xaneiro, relativo á mellora da calidade do aire.



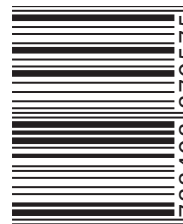
Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade



Impreso en papel 100% reciclado e libre de cloro



SERVIZO DE NORMALIZACIÓN
LINGÜÍSTICA



9 788498 879575