

SELECCIONES BIBLIOGRÁFICAS TEMÁTICAS

SELECCIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

C. Furió

Alberts, R.V.J., van Beuzekom, P.J. y de Rood, I., 1986, The assessment of practical work: a choice of options, *Eur. J. of Sci. Ed.*, 8(4), 361.

Trata de algunas ideas básicas que previamente tiene que decidir el profesor si quiere organizar de forma responsable un examen de prácticas. Se inclinan por una evaluación formativa (valoración durante el proceso de aprendizaje), frente a la de tipo sumativo (la que se hace al final del proceso).

Bryce, T.C.K. et al., 1983, *Techniques for the Assessment of practical Skills in Foundation Science* (Heinemann Educational Books: London).

Este TAPS se aplica en Escocia y trata de identificar y analizar el avance de los alumnos en 6 áreas de destrezas prácticas en el nivel elemental. Destrezas como: las observacionales, de registro, de medida, manipulativas, de procedimientos, para seguir instrucciones, para hacer inferencias, para seleccionar procedimientos, etc. (Estas dos últimas son para un nivel más elevado como el General).

Dreyfus, A., 1986, Manipulating and diversifying the levels of difficulty and task-sophistication of one and the same laboratory exercise, *Eur. J. of Sci. Educ.*, 8(1), 17-25.

Se hace un análisis de las dificultades que pueden tener los estudiantes al realizar una práctica de laboratorio. Se basa en la concepción de Tamir et al. (1982) (véase más adelante) sobre lo que es un ejercicio completo de laboratorio. Lo subdivide en un total de nueve fases que parten de la definición del problema, formulación de hipótesis..., hasta llegar a las conclusiones respecto del nuevo conocimiento adquirido.

Fairbrother, B., 1986, Perspectives on the assessment of practical work, *Physics Education*, 21, 200-203.

Se señalan algunas perspectivas sobre

esta temática entre las que destaca la tendencia actual que hay en Gran Bretaña para favorecer la introducción de aspectos de las prácticas de laboratorio, tales como la formulación de hipótesis, la deducción de relaciones, la valoración crítica, etc., en los exámenes de grado al final de la enseñanza secundaria obligatoria.

Famer, A. y Frazer, M.J., 1985, practical skills in school chemistry, *Education in Chemistry*, septiembre, 138-140.

Este artículo examina de forma completa todos los experimentos del Revised Nuffield Nivel 0 de Química, con el fin de analizar la naturaleza de las tareas prácticas que hay implicadas en aquéllos. Estas tareas se catalogaron en dos categorías (psicomotoras y cognitivas) y se analiza de cada una su frecuencia y su índice de facilidad.

James, R.K. y Crawley, F.E., 1985, Laboratory Teaching Skills for Secondary Science Teachers, *School Science and Mathematics*, 85(1), 11-19.

Se indican ocho áreas básicas sobre la enseñanza en el laboratorio consideradas importantes para los profesores y entre ellas se destaca la evaluación, entendida como la capacidad para juzgar la eficacia de los materiales, métodos, estrategias y éxitos de los alumnos en relación a los objetivos de una investigación de laboratorio. También se señalan las destrezas necesarias en cada una de estas áreas por el profesor para enseñar ciencia en el laboratorio.

Kempa, R.F. y Ward, J.E., 1988, Observational threshold in school chemistry, *International J. of Sci. Educ.*, 10(3), 275-284.

Se determinan los valores umbrales de observación (límites de detectabilidad) para un conjunto de tareas de estímulo simple y multi-estímulos en tres áreas perceptivas (visual, cambios térmicos al tocar y cambios olfativos) que se realizan frecuentemente en los trabajos prácticos de química.

Okebukola, P.A., 1987, Students' performance in practical chemistry: a

study of some related factors, *Jour. Res. in Sci. Teach.*, 24(2), 119-126.

Este artículo analiza de forma empírica la influencia de doce factores en el éxito de los estudiantes en prácticas de Química, y entre ellos se mencionan la participación de aquéllos en actividades de laboratorio, la actitud del profesor hacia el trabajo de laboratorio o la actitud del estudiante hacia la Química como materia, entre otras.

Swain, J.L., 1988, Assessing chemical process skills, *Educ. in Chemistry*, septiembre, 142-144 (reseñado en Enseñanza de las Ciencias, 88).

Se presentan formas concretas de evaluar las destrezas de proceso, partiendo de la idealización del experimento química en tres fases y su consiguiente división en objetivos específicos que están explícitos en los National Criteria ingleses. Se establece una conjunción entre evaluación formativa y sumativa.

Tamir, P., Nussinovitz, R. y Friedler, Y., 1982, The design and use of practical test assessment inventory, *Journal of Biol. Educ.*, 16(1), 42-50.

Se idealiza un experimento en tres fases (planificación, realización práctica e interpretación de resultados) y cada una de éstas se subdivide en partes que, en realidad, corresponden a objetivos de la enseñanza de las ciencias considerados.

Tobin, K., 1986, Secondary Science Laboratory Activities, *Eur. J. of Sci. Educ.*, 8(2), 199-211.

En un estudio realizado con 15 profesores y sus respectivas clases, el autor llama la atención sobre el escaso tiempo dedicado al laboratorio, así como en que casi todas las prácticas realizadas eran del tipo receta de cocina, donde se hacía un gran énfasis en la recogida de datos, mientras que apenas habían prácticas presentadas al estudiante para que las pudiera planificar o pudiera interpretar los datos obtenidos. La principal razón argumentada por los profesores para realizar pocas prácticas fue la de que tenían que dar una gran cantidad de materia.

EXPERIENCIAS Y PRÁCTICAS PARA EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE

Barragán de la Rosa, Francisco José
Escobar Godoy, Rosario
Pablos Pons, Fernando de

Departamento de Química Analítica
Universidad de Sevilla

Introducción

En los últimos años, como consecuencia de desastres tales como Chernobyl en la URSS o Seveso en Italia, se ha creado un estado de opinión hostil contra muchas actividades de tipo técnico y científico. Una tendencia hacia la generalización se debe, en gran parte, al hecho clave de una falta de información acerca de los límites y beneficios derivados del progreso científico. Resulta fundamental por un lado dar a conocer los peligros provenientes de una actividad industrial incontrolada que incide en el deterioro del medio ambiente, pero por otra parte es preciso evitar que se caiga en actitudes viscerales. Si queremos abrirnos al futuro es conveniente una educación ambiental que nos ayude a conocer peligros potenciales, pero también indicando que existen medios para controlarlos. Refiriéndonos a los contaminantes, éstos pueden ser detectados mediante técnicas químico-analíticas y su presencia eliminada en muchos casos.

La educación ambiental es promotora de una conciencia crítica y de la acción, porque a partir de un análisis de los problemas que afectan a la calidad del Medio se genera un estímulo de acciones para su mejora. Esto nos hace mirar hacia la escuela, los institutos, la Universidad, o donde quiera que existan personas interesadas en particular en cursos de esta área. En todo caso los sujetos de la acción educativa medioambiental pueden encontrarse en muy diversos estados de formación y provenir de muy variados campos.

Dentro del panorama didáctico español sobre el Medio Ambiente hasta la fecha no se han incorporado aspectos de actividades y experiencias químicas. Queda pues planteada la utilidad de acercarnos a la Educación Ambiental, basándonos, en las prácticas y determinaciones químicas que permitan contemplar ampliamente la presente problemática de la contaminación. El objetivo del presente artículo es ofrecer una visión esquemática y simple de los

contaminantes más frecuentes, y de ofrecer una idea básica de los métodos de análisis químicos que pueden utilizarse para detectarlos. Se trata sobre todo de una selección bibliográfica de experiencias escogidas en base a un criterio de sencillez y elevado contenido educativo.

SELECCIÓN BIBLIOGRÁFICA ELABORADA

La selección efectuada intenta ser versátil en cuanto ofrece una gran gama de posibilidades para elegir y puede ser adaptable al mismo tiempo a una gran diversidad de personas en su destino.

Las hay desde aquéllas asequibles a enseñanza primaria, otras adecuadas para bachiller, o que pueden ser utilizadas puntualmente por profesores de Universidad para motivar a sus alumnos, es decir útiles en general para aquellos enseñantes que pretenden servir de la problemática del Medio Ambiente para dar relevancia a su docencia. También están indicados para organizar cursos de un carácter divulgativo, hasta incluso otros dirigidos a postgraduados, aunque lógicamente sin llegar a tener carácter de especialización. De acuerdo con la preparación de las personas que deben realizar las experiencias, éstas se clasifican en tres niveles. En primer lugar un nivel elemental (nivel A), un nivel medio (nivel B) apropiado para personas con estudios medios e incluso graduados universitarios, pero con escasa base química y/o biológica, y por último un nivel avanzado (nivel C) de aquellos estudiantes de ciencias naturales o personas que tienen una base en estas materias.

Las experiencias propuestas se encuentran estructuradas de acuerdo con la naturaleza de las muestras que se analizan, apareciendo reflejadas en diversas tablas que incluyen algunos detalles sobre las mismas, y una referencia bibliográfica básica donde el lector puede profundizar sobre el tema.

Así quedan distribuidas las tablas como sigue: muestras de aire donde analizar los parámetros más frecuentes (Tabla 1), determinaciones sobre muestras de aguas (Tabla 2), muestras de suelo y pesticidas (Tabla 3), productos de consumo y alimentos (Tabla 4) y otras experiencias (Tabla 5). Por último se ofrece una Tabla conjunta, que, a modo de resumen, recoge los agentes contaminantes más frecuentes (Tabla 6). También consideramos intere-

sante ofrecer un esquema de los métodos analíticos más usados (fig. 1), en los que como es lógico la medida se aplica a una muestra acuosa, si bien para cualquier otro tipo de muestra es precisa una etapa previa de disolución y acondicionamiento de la misma. Es decir en general se pasa de cualquier tipo de muestra a una disolución acuosa ya preparada para el análisis.

Referencias bibliográficas

- Anderson, C.P. y Saner W.A., 1984. A Practical Experiment for Determining a Pervasive, Persistent Pollutant, *Journal Chemical Education*, 61, pp. 738-739. An easy Method of Measuring Acidic Air Pollutants, *Chemistry (Lab. Bench)*, 41, pp. 32-33.
- Byers, D.H. y Saltzman, B.E., 1958. Determination of Ozone in Air by Neutral and Alkaline Iodide Procedures.
- Canty, A.J., 1974. Organometallic Chemistry of Mercury, *Journal Chemical Education*, 51, pp. 750-751.
- Clemons, C.A., Leach, P.W. y Altschuler, A.P., 1963. 1,2,3-tris (2-cyanoethoxy) propane as a Stationary Phase in the Gas Chromatographic Analysis of Aromatic Hydrocarbons, *Analytical Chemistry*, 35, p. 1546.
- Coulson, 1958. *Analitica Chimica. Acta*, 19, pp. 284-288.
- Crisp, P.T., Eckert, J.M. y Gibson, N.A., 1983. The Determination of Anionic Surfactants in Natural and Waste Waters, *Journal Chemical Education*, 60, pp. 237-238.
- Crowther, P.G., Fawcett, P., Green, D. y Hewitt, P.J., 1976. Rapid Practical Assessment of 32 P Contamination Using differential Absorbers, *Journal Chemical Education*, 53, p. 31.
- Davis, D. y Vance, R., 1975. Determination of dissolved Oxygen, *Chemistry (Lab Bench)*, 48, pp. 25-28.
- Deines, T.L., y Morse, K.W., 1974. A Spectrophotometric Determination of Fluoride Adapted for the Freshman Laboratory, *Journal Chemical Education*, 51 pp. 680-681.
- Dinardi, S.R., y Briggs, A.S., 1975. Hydrocarbons in Ambient Air. A laboratory experiment, *Journal Chemical Education*, 52, pp. 811-812.
- Eisenmann, M.A., 1980. Soil Analysis for High School Chemistry Students, *Journal Chemical Education*, 57, pp. 897-899.
- Feinstein H.I., 1981. Detection of Carbon Monoxide in Tobacco Smoke Using Molybdosilicate, *Journal Chemical Education*, 58, 633.

- Flessel, P., Wang Y.Y., Chang K., Wesofowski, I.J., 1987. Ames testing for Mutagens and Carcinogens in Air, *Journal Chemical Education*, 64 (5), p. 391.
- Gleason, G.I., 1973. Nitric Acid in Rain Water, *Journal Chemical Education*, 50, pp. 718-719.
- Glover, I.T. y Johnson, F.T., 1973. Determination of Nitrite in Meat Samples, *Journal Chemical Education*, 50, pp. 426-427.
- Glover, I.T. y Minter, A.P., 1974. Analysis of Chlorinated Hydrocarbons Pesticides. Experiments for nonscience majors, *Journal Chemical Education*, 51, pp. 685-686.
- Haagen-Smit, A.J. y Brunelle, M.F., 1958. The Application of Phenolphthalein Reagent for Atmospheric Oxidant. *International Journal of Air Pollution*, 1 p. 51.
- Haddad, P.R., Sterns, M. y Wardlaw, J., 1978. Analysis of wine-An undergraduate project, *Education in Chemistry*, 15, pp. 87-89.
- Hall, S. y Reichardt, P.B., 1974. DDE Levels in Birds. An environmentally oriented undergraduate experiment, *Journal Chemical Education*, 51, p. 684.
- Jacobs, M.B. Bravermann y Hochheiser, S., 1957. Ultramicrodetermination of Sulfides in Air, *Analytical Chemistry*, 29, pp. 1349-1354.
- Jarosch, R., 1973. The Determination of Pesticide Residues. A laboratory experiment, *Journal Chemical Education*, 50, pp. 507-508.
- Jesaitis, R.G. y Krantz, A., 1972. Juglone: an Organic Chemistry-Ecology Interaction Experiment, *Journal Chemical Education*, 49, pp. 436-437.
- Katz, M., 1968. Inorganic Gaseous Pollutants, *Air Pollution*, (Academic Press: N. York) p. 108.
- Klein, D.H., 1972. Some General Analytical Aspects of Environmental Mercury Contamination, *Journal Chemical Education*, 49, pp. 7-10.
- Kohn, H.W., 1972. Students Flowmeters and an Air Pollution Experiment, *Journal Chemical Education*, 49, p. 643.
- Koob, R.D. y Tallman, D.E., 1973. Demonstration of Solubility of «Inmiscible» «Fluids», *Journal Chemical Education*, 50, p. 724.
- Kump, K.I., Palocsay, F.A. y Gallaher, T.N., 1978. Determination of the Percent Na_2EDTA in Bathroom Cleaners, *Journal Chemical Education*, 55, pp. 265-266.
- Lambert, J.L. y Meloan, C.E., 1977. A Simple Qualitative Analysis Scheme for Several Environmentally Important Elements, *Journal Chemical Education*, 54, pp. 249-252.
- Lieu, Van T., Cannon A. y Huddleston, W.E., 1974. A Non-Flame Atomic Absorption Attachment for Trace Mercury Determination, *Journal Chemical Education*, 51, pp. 752-753.
- McCormick, P.G., 1972. The Determination of Dissolved Oxygen by the Winkler Method, *Journal Chemical Education*, 49, pp. 839-841.
- McFarland, J.H. y Benton, C.S., 1972. The oxides of Nitrogen and their Detection in Automotive Exhaust, *Journal Chemical Education*, 49, pp. 21-23.
- Miguel, A.H., y Braun, R.D., 1974. Fluorimetric Analysis of Nitrate in Real Samples, *Journal Chemical Education*, 51, pp. 682-683.
- Mohring, J.R., 1972. An Introductory Experiment on Phosphates in Detergents, *Journal Chemical Education*, 49, pp. 15-18.
- Morrison, R.J. y Dandy, A.J. Phosphate fertilisers in soils, *Education in Chemistry*, 16, pp. 176-177.
- Navari, R.M., 1974. Laboratory Experiments Using Nicotine. *Journal Chemical Education*, 51, 748-750.
- Nederbracht, G.W., Vander, A. y Van Duijn, J., 1965. Rapid Ozone Determination near an Accelerator, *Nature*, 206, pp. 87-89.
- Newton, C. y Morss, L.R., 1974. Portable Apparatus for Determining Atmospheric Carbon Monoxide, *Chemistry (Lab Bench)*, 47, pp. 27-29.
- Piccolino, S.P., 1983. Preservation of Mercury in Polyethylene Containers, *Journal Chemical Education*, 60, pp. 235.
- Praktikum Analytische Chemie II. Trenn und Anreicherungsverfahren*. 1985. (Univ. Gesamthochschule Siegen. West Germany).
- Robison, J.W., y Deano, P.M., 1986. Acid Rain: the effects of pH, Al, an leaf decomposition products on fish survival, *International Laboratory*, Sept. pp. 14-28.
- Rodier, J., 1981. *Análisis de las aguas*. (Ed. Omega S.A.: Barcelona).
- Ruch, W.E., 1968. *Chemical Detection of Gaseous Pollutants*. (Ann Arbor Science Publishing: London), p. 68.
- Rudzinski, W.E. y Beu, S., 1982. Gas Chromatographic Determination of Environmentally significant Pesticides, *Journal Chemical Education* 59, 614-615.
- Salzman, 1954. *Analytical Chemistry*, 26, pp. 1949-1955.
- Sarkis, V.D., 1974. A Study of Water Pollution. An undergraduate chemistry laboratory experience, *Journal Chemical Education*, 51, pp. 745-747.
- Sawichi, E. et al., 1967. Comparison of Methods of Determination of Benzo (a) Pyrene in Particulates from Urban and Other Atmospheres, *Atmosphere and Environment*, 1, pp. 131-145.
- Scott, A.F. y Hankins, D.A., 1975. A simple Test of Mercury. *Chemistry (Lab Bench)*, 48, pp. 29-30.
- Sharefkin, J.G. y Ribner, A. The Qualitative Detection of Olefines by Ozonolysis, *Journal Chemical Education*, 37, pp. 296-297.
- Smith, R.G. et al., 1972. Tentative Method for Analysis of PAN Content of the Atmosphere. *Intersocieties Comitee for Methods of Air Sampling and Analysis*, proposed Dec. 30, 1968; revised Aug. 1, 1972.
- Stagg, W.R., 1972. Dissolved Oxygen. A relevant experiment for the introductory laboratory, *Journal Chemical Education*, 49, pp. 427-429.
- Standard Methods for the Examination of Water and Waste-Water. 1966. (American Public Health Association, Inc: N. York).
- Stephens, E.R. y Price, M.A., 1973. Analysis of an Important Air Pollutant: Peroxyacetyl Nitrate, *Journal Chemical Education*, 50, pp. 351-354.
- Subach, D.J. y Butwill Bell, M.E., 1973. An Analytical Procedure for the Determination of Pesticides in Food, *Journal Chemical Education*, 50, pp. 855-856.
- Suplinkas, R.J., 1972. Air Pollution Measurements in the Freshman Laboratory, *Journal Chemical Education*, 49, pp. 24-25.
- Taylor, M. and Walker, M., 1986. Estimation of pupil exposures to NO_2 and SO_2 , *Education in Chemistry*, 23, pp. 79-80.
- Thadeo, P.F. y Mowery, D.F., 1984. Synthesis and Testing of the Insecticide Carbaryl. A laboratory Experiment, *Journal Chemical Education*, 61, p. 742.
- Thistlethwaite, P.J. y Trease, M., 1974. Determination of Mercury by a Simple Atomic Absorption Method, *Journal Chemical Education*, 51, pp. 687-688.
- Ueno, K. y Kina, K., 1985. Colloid Titration - A Rapid Method for the Determination of Charged Colloid, *Journal Chemical Education*, 62, pp. 627-629.
- West y Gaeke, 1956. *Analytical Chemistry*, 28, p. 1816.
- West, P.W. y Sachdev, S.L., 1969. Air Pollution Studies. The ring oven technique, *Journal Chemical Education*, 46, pp. 96-98.
- West, P.W. y Sen, B., 1956. Spectrophotometric Determination of Traces of Formaldehyde, *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 153, p. 177.
- Wing, R.W. y Shasha, B.S., 1983. Encapsulation of Organic Chemicals within a Starch Matrix. An Undergraduate Laboratory Experiment, *Journal Chemical Education*, 60, pp. 247-248.
- Zajicek, O.T., 1985. Why isn't My Rain as Acidic as Yours?, *Journal Chemical Education*, 62, pp. 158-159.

Tabla I
Muestras de Aire

Parámetro *	nivel recomendado	Técnica empleada	Principios y fundamentos	Ref.	Observaciones
<u>CO (50/50)</u>	(B) (C)	Fotometría	Reacción con I_2O_5 y medición del I_2 formado.	1	Gas muy tóxico presente en algunas zonas industriales donde se da una combustión deficiente.
	(C) (B)	Fotometría	Reacción del p-sulfanil-sulfonato de Ag y medición a 425 nm.	2	
En escape de autos	(A) (B) (C)	Gas-absorbiometría	Disminución del volumen de aire por absorción sobre CuCl.	3	Gas no tóxico, pero irreativable.
<u>C₂ (5000/-)</u>	(A) (B) (C)	Valor. Volumétrica	Se recoge sobre Ba(OH) ₂ y el exceso se determina con ac. oxálico.	3 y 4	
<u>H₂S (10/0.2)</u>	(C)	Fotometría	Absorción del gas sobre CdCl ₂ .	5	Gas muy tóxico, procedencia: industria de fibras textiles, refinación de petróleo, y centrales térmicas.
<u>O₃ (0.1/0.15)</u>	(C)	Fotometría	Se recoge sobre un barbotador y se determina el I_2 producido midiendo a 325 nm.	6	Da reacción fotoquímica con hidrocarburos formando smog, que acentúa el efecto de otros contaminantes.
	(C)	Fotometría	Oxidación de la fenoltaleína en presencia de CuSO ₄ .	7	
	(C)	Método quimioluminiscente continuo	Reacción con etileno y medición de la luminiscencia que se forma.	8	
<u>SO₂ (5/1)</u>	(C)	Fotometría	Absorción sobre $Mn_2H_2Cl_4$ y reacc. con formaldehído-p-rosanilina decolorada. Se mide el color - púrpura a 584nm.	9	Gas tóxico que afecta a vías respiratorias, destruye la vegetación, ataca al Fe, caliza y cemento. Presente en humo de chimeneas caseras e industriales.
<u>NO₂ (5/0.5)</u>	(C) (B)	Fotometría	Reacc. con ac. sulfaníloso-N-(1-naftil)etilendiamina. Se mide el color - rojo a 550nm.	10	Gas irritante de vías respiratorias y destructor de la hemoglobina. Procedencia: cenizas térmicas, motores de gasolina, industria de ácidos y de ac. nítrico.
<u>NO y NO₂</u>	(C)	Revisión de los proced. más usados	-	11	Aplicación al escape de automóviles.
<u>Peroxisulfato (PM) (-/-)</u>	(C)	Cromatografía gaseosa	Medida del pico en muestra y evaluación de acuerdo con el gráfico de calibrado.	12	Gas producto de reacciones fotoquímicas - contenido en el smog y de carácter muy oxidante.
	(C)	Cromat. Gaseosa y tecn. IR	Se preparan mezclas para el calibrado a partir de nitrato de azido/oxígeno análogo de la acción de radiación UV.	13	
<u>Hidrocarburos (-/-)</u>	(C)	Cromatografía gaseosa	Evaluación de la altura 14 y 15 de los picos.	14 y 15	Gases que participan en las reacc. fotoquímicas de formación de smog originando contaminantes secundarios. Proceden de combustión incompleta.
	(C)	Detecc. cualitativa de olefinas	Muestra de aire pasada por un ozonizador y posterior reacc. con 2,4-dinitrofenilhidrazida de las cetonas formadas.	16	
	(A) (B)	Detección Cualitativa	Uso de medidores de flujo de diseño sencillo. Se tecc. sobre filtro de lana de vidrio por descomposición al aplicar una llama.	17	
<u>Cetones (-/120)</u>	(C) (B)	Colorimetría	Reacc. con 2,4-dinitrofenilhidrazida.	18	Gases que participan en reacciones de formación de smog.
<u>Formaldehído (-/0.05)</u>	(C) (B)	Colorimetría	Compuesto coloreado con el ac. cromotrópico.	19	Producto muy tóxico empleado a veces en la industria del mueble.
<u>Hidrocarburos policíclicos aromáticos</u>	(C)	Cromatografía CF	Dilución de la mancha con HNO ₃ dil y medida fluorométrica. λ_{exc} : 250-300nm.	20	Productos muy cancerígenos, sobre benzopireno. Industria de autos.
<u>NO₂ y SO₂</u>	(A) (B) (C)	Tubo Orsger	Evaluación semicuantitativa por la longitud que se colorean en el tubo correspondiente.	21	
<u>Poluentes orgánicos</u>	(B) (C)	Equipo portátil	Según procedimiento de A.C. Stern en "Air pollution", Acad. Press, N.Yor., (1968), Vol. II, p. 3.	22	Poluentes procedentes de gran variedad de fuentes, muy activos: NO, NO ₂ , SO ₂ y O ₃ .
<u>Ácidos en el aire y agua de lluvia</u>	(B) (C)	Fotometría	Reducción de la muestra a través de una amalgama de Cd en columna y posterior formación de asoderivado.	23, 24, 25	Ataca a los árboles, provocando su destrucción en particular de las especies coníferas.
	(A) (B)	Cambio de color	Medida del tiempo necesario para la inversión del color del N. de nitrilo sobre un papel con H ₂ SO ₄ .	26	
<u>Particulados</u>	(B) (C)	Horno anular	Determinación de Fe, Cu, Ni y SO ₄ en particulados.	27	Diversos materiales inorgánicos presentes en particulados y lluvia nos indican su origen y peligrosidad.

* (Valor MAX: concentración máxima en el ambiente de trabajo/valor LIM: concentración máxima de emisión en un periodo de 50'). Estos son los límites máximos en p.p.m aceptados por la VDI-comisión "Reinhaltung der Luft" que tienen vigor en la C.S.E.

Tabla II
Muestras de Agua

Parámetro*	Nivel recomendado	Técnica empleada	Principios y fundamentos	Ref.	Observaciones
pH (5.5-7.5)	(A) (B)	Método electrométrico.	Medida potenciométrica del pH mediante electrodo combinado vidrio-calomelanos	28-29	La presencia de sustancias ácidas y/o básicas pueden ser incompatibles con la vida y comunican carácter corrosivo a dichas aguas
Conductividad eléctrica (max. 400ms/cm a 20° C)	(A) (B)	Método electrométrico	Medida mediante un conductímetro de la conductividad específica.	29	Potabilidad, contenido en electrolitos y salinidad de las aguas.
Oxígeno disuelto (min. 5 mg/l)	(B) (C)	Método de Winkler	Fijamos el O ₂ con Mn(II) como MnO(OH), que en medio ácido oxida al I ⁻ al I ₂ , que se valora después con S ₂ O ₃ ²⁻ .	30-31 32	Nivel de presencia de microorganismos.
Demanda química de O ₂	(A) (B) (C)	Val. volumétrica	Los mg/l de KMnO ₄ que consume el agua, valorándose el exceso con Na ₂ C ₂ O ₄ , se refieren a O ₂ .	29	Grado de contaminación de las aguas por la presencia de sust. reduc. sobre todo de tipo orgánico.
Elementos metales.	(A) (B) (C)	Análisis cualit.	Modificación de la marcha de West, Vick y Le Rosen.	33	Los elementos pesados tienen en general carácter tóxicos.
Fenoles (max. 2 ppb)	(C)	Fotometría	Con el react. de Gibbs (2,4-Dibromoquinona-4-clorimido), originan indofenoles que absorben de 585-655 nm.	29	Dan mal olor y son tóxicos frente a la flora acuática. Presentes en aguas residuales especialmente de industrias plásticas.
Cl ⁻ (max. 850ppm)	(B) (A) (C)	Val. Volumétrica	Volumetría de precipitación con sal de Hg ₂ .	29	Aumenta la capacidad corrosiva y puede causar daños fisiológicos. Presentes en aguas residuales de origen industrial.
SO ₄ ²⁻ (max. 250 ppm)	(B) (A) (C)	Val. Volumétrica	Precipitación efectuada con BaClO ₄ en medio hidroalcohólico con indicador torina.	29	Da mal sabor al agua, daños en el estomago y provoca depósitos calcareos.
PO ₄ ³⁻ (Pref. 0.0ppm)	(C) (B)	Fotometría	Formación con (NH ₄) ₂ MoO ₄ del heteropoliácido H ₂ P(Mo ₃ O ₁₀) ³⁻ + reducc. con p-metilaminofenol + Na ₂ SO ₃ para dar el "azul de molybdeno".	29	Origina sobrecrecimiento en las aguas de algas y posterior muerte y putrefacción. Procede de abonos y detergentes.
F ⁻ (0.00-1.7ppm)	(C)	Fotometría	Formación del complejo ternario con el quelato La-Alizarincomplexona y estimación por el met. de la adición estandar.	29	En Conc. adecuada protege a los dientes, en mayor conc. puede dañarlos.
Dureza (Ca+Mg) (100-250ppm de Ca+Mg)	(A) (B) (C)	Val. volumétrica	Método estandar con AEDT.	29	Indica si es apropiada para el consumo y uso doméstico. Daña los evaporadores y conducciones.
NH ₄ ⁺ (max 0.1ppm)	(B) (C)	Fotometría	Formación de un compuesto anar con el react. de Nessler que se mide a 425 nm.	29	Tóxico para los peces, pasa a NO ₂ ⁻ y NO ₃ ⁻ . Procede de detritus y aguas residuales.
NO ₂ ⁻ (max. 0.1ppm)	(B) (C)	Fotometría	Formación de azocompuesto rojo con sulfanilamida+N-(naftil-1)etilendiamina. 2HCl λ _{max} =530nm.	29	Producto cancerígeno. Procede de abonos y detritus.
NO ₃ ⁻ (max. 45ppm)	(B) (C)	Fotometría	Reacc. en medio sulfúrico con 2,6-dimetilfenol y medir a 324 nm.	29	Da mal sabor a las aguas y puede causar metahemoglobinemia en niños. Procede de fertilizantes y excrementos animales.
Otras determinaciones					
Polutantes comunes	(B) (C) (A)	Colorimetría y equipo de react.	Determinación de constituyentes que señalan el estado de polución de aguas de lagos, ríos, pozos y suministro de la red.	34	
Agentes superficiales aniónicos	(C)	Fotometría	El agente superf. se extrae con Cl ₃ CH y se determina por el par iónico que forma con el complejo Cu(en) ₂ .	35	Contaminan provocando espumas:
Coloides cargados	(C)	Valor. Volumétrica.	Detecc. del punto final visual conduc. o con elec. selec. Se usan valorantes catiónicos y aniónicos.	36	Carga en polielectrol. del agua y posibilidad de disminución de la transparencia de las aguas.

Tabla III
Muestras de suelos y pesticidas

Parámetros	Nivel recomendado	Técnica empleada	Principios y fundamentos	Ref.	Observa.
<u>Análisis de suelos</u>	(A) (B)	Ensayos cualit.	Determin. de pH, reacc. ácido-base, redox, precipitación y medida de gases.	37	
<u>Nitratos en suelos y aguas</u>	(C) (B)	Fluorimetría	Medida del quenching en la fluoresc. de la fluo-resceína por la formación del complejo con NO_3	38	
<u>Pesticidas clorados en aguas y suelos</u>	(C)	Cromatografía CF y gaseosa	Extracción con hexano e identificación cualit. por cromat. CF o cuantit. por cromat. gaseosa.	39	
<u>Pesticidas en aguas y suelos</u>	(C)	Cromatografía CF y detecc. por IR	Extracción previa con cloruro de metileno.	40	
<u>DDT y sus metabolitos DDE y DDCP</u>	(C)	Cromatografía gaseosa y fotometría	Separación previa de ellos por Cromat. CF	41	
<u>Pesticidas en alimentos</u>	(C)	Cromatografía gaseosa	Extracción previa con carbonato de propileno y limpieza del extracto.	42	
<u>Pesticidas (DDE) en pájaros</u>	(C) (B)	Cromatografía gaseosa	Extracción previa con hexano/acetona y detección por Cromat. gaseosa.	43	
<u>Pesticidas en jugo de naranja</u>	(C)	Cromat. de columna y gaseosa.	Extracción con acetonitrilo y después con éter. Purificación en columna cromat. e identificación por cromat. gaseosa.	44	

Tabla IV
Productos de consumo y alimentos

Parámetros	Nivel recomendado	Técnica empleada	Principios y fundamentos	Ref.	Observaciones
<u>Nicotina en tabaco</u>	(C) (B)	Fotometría, Crom. CF y C iónico.	Se efectúa una destilación y se siguen diversos proced. para la determ. en tabaco, sangre u orina.	45	Producto muy tóxico
<u>CO en humos de tabaco</u>	(A) (B) (C)	Cambio de color	Detección de la reducción de molibdosilicato en presencia de Pd(II) como catalizador.	46	Gas muy tóxico
<u>Fosfatos en Detergentes</u>	(B) (C)	Fotometría	Formación del complejo fosfato con ac. molíbdico o ac. vanadomolíbdico + reducc. a "azul de molibdeno".	47	Eutroficación de las aguas y eliminación consiguiente del O_2 disuelto.
<u>AEDI en productos de limpieza</u>	(A) (B) (C)	Vol. Volumétrica	Reacc. de formación de complejo Mg(II)-AEDT	48	
<u>Fluoruros en pastas de dientes</u>	(C) (B)	Fotometría	Pérdida de color por destrucc. de la laca Zr(IV)-SPADNS	49	
<u>Nitritos en muestras de carnes (max. 200 ppm)</u>	(C)	Fotometría	Formación de un compuesto azoico	50	Potencialmente carcinógeno.
<u>Análisis de un vino</u>	(B) (C)	Volumetrías, dest. y cromatogr. CR.	Determinación de pH, acidez total, fija y volátil etanol, potasio, dióxido de azufre y taninos.	51	

Tabla V

Otras experiencias y determinaciones en diversas muestras

Experiencia	Nivel recomendado	Técnica empleada	Principios y fundamentos	Ref.	Observaciones
<u>Mercurio</u>	(C)	Absorción atom. sin llama.	El Hg(II) se reduce con Sn(II) y se arrastra el Hg gaseoso mediante corriente de aire hasta la cámara de muestra.	52,53,54, y 55	Elemento muy tóxico de caracter acumulativo que afecta irreversible al sistema nervioso.
<u>Organomercuriales</u>	(C)	Síntesis e ident. por cromat. CF	Partiendo de HgO se sintetizan algunos haluros de fenilmercurio. Caracterización por medidas IR, conductiv. y cromat. CF.	56	Toxicidad exaltada del propio Hg.
<u>Detección de Hg en atmósfera de laboratorio, alimentos y aguas</u>	(A) (B) (C)	Papel indicador	Preparación del papel indicador con CuI que reac con Hg para dar color salmón de Cu_2HgI_4 .	57	
<u>Síntesis de la Juglona</u>	(C)	Oxidación de 1,5-naftalenediol	Se efectua la oxidación con $K_2Cr_2O_7$ y separación de un sirupo que tambien se formá. Se comprueba su actividad alelopática en unas plantas sí, en otras no.	58	Ejemplo de interacc. Q. Orgánica/Biología. Efecto de la juglona sobre el crecimiento de las plantas.
<u>Síntesis del insecticida Cabaryl</u>	(C)	Condensación de metilisocianato y -naftol	Se hace la síntesis a reflujo en éter etílico. Se comprueba la actividad como insecticida frente a otros prod. de la familia.	59	Dañino también para aves, mamíferos, guisanos de tierra y abejas.
<u>Demostración de la solubilidad de fluidos "inmiscilbes"</u>	(A) (B) (C)	Agitación de dos fases.	Se agita agua con hexano, se decanta el agua, se calienta y se prende fuego con un mechero al hexano que se volatiliza.	60	Simulación del efecto contaminante de vertido de petroleo en aguas.
<u>Encapsulación de reac. orgánicos</u>	(C)	Encapsulación en matriz de almidón	Se describen varios procedimientos par modificar una matriz de almidón para poder retirar diversas sust. nocivas del agua.	61	El empleo de este proc. permite eliminar sust. malolientes, pestic. y aceites de las aguas.
<u>Contaminación radioactiva de</u>	(C)	Contador Geiger-Müller modificado	Se efectua el conteo de la probeta de un papel de filtro impregnado. La radiación de ^{60}Co y ^{137}Cs se retiene con absorbente de Al de espesor definido. Con estos absorbentes se puede distinguir la presencia de otros nucleidos de vida larga: ^{45}Ca , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{35}S y ^{59}Fe .	62	El ^{32}P es el contaminante más frecuente en la superficie. Se usa en laboratorios de radio-nucl. de hospitales y universidades.
<u>Requerimiento en abonos fosfatados de un suelo</u>	(C)	Construcción de isothermas de absorción	Se mide la cantidad de PO_4^{3-} tomado por un suelo mediante fotometría formando el "azul de molibdeno" y con estos datos se dibuja la isoterma de absorción	63	Las deficiencias de los suelos deben de ser rectificadas con un abonado correcto y óptimo particular. de PO_4^{3-} vital para la salud y crecimiento de la planta.
<u>Evaluación de mutágenos en aire</u>	(C)	Test biológico de Ames	Se recogen por filtración partículas en suspensión en aire y se inoculan en un cultivo de Salmonella TA 98	64	Los mutágenos provienen de vehiculos de combustión, procesos de incineración, productos químicos y de la construc. El 2% de los cánceres se atribuyen a la exposición involuntaria a polulantes químicos en aire y agua.

Tabla VI
Agentes contaminantes más frecuentes

Contaminante	Origen y Efecto	Ref.	
Aire	Monóxido de Carbono (CO).	Combustión deficiente en industrias y motores de coches. Venenoso.	1
	Dióxido de Carbono (CO ₂).	Actividades industriales en general. Asfixiante, efecto invernadero.	3,4
	Anhidrido sulfuroso (SO ₂).	Plantas de tratamiento de piritas. Irritante, lluvia ácida.	9
	Dióxido de Nitrógeno (NO ₂).	Centrales térmicas, industrias de abonos. Destruye la hemoglobina.	10
Agua	Metales pesados (Zn, Cd, Cu, Hg, Pb)	Origen diverso. Tienen carácter acumulativo y son tóxicos.	33
	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Abonos y detergentes. Originan sobrecrecimiento de algas y posterior muerte y putrefacción.	29
	Agentes superficiales aniónicos	Detergentes. Producen espumas.	35
Suelo	Pesticidas	Tratamiento antiplagas.	40

figura 1

Esquema general de Métodos Analíticos para unas prácticas sobre el Medio Ambiente.

