

APRENDIENDO TOXICOLOGÍA EN INTERNET

A. M. Cameán Fernández, I. Moreno Navarro, A. del Peso Bejarano, A. Mate Barrero,
M. Salguero Villadiego, M. Repetto Jiménez y G. Repetto Kuhn
Área de Toxicología. Departamento de Bioquímica, Bromatología, Toxicología
y Medicina Legal
Facultad de Farmacia
Universidad de Sevilla

Resumen

El presente proyecto ha tenido por objeto el diseño y la elaboración de un módulo práctico de aprendizaje que permita a estudiantes de Toxicología, tanto presenciales como virtuales y a toxicólogos establecidos, el acceso a diferentes tipos de fuentes de información toxicológica, con aplicación en diversas áreas. Se han seleccionado 50 direcciones de interés, agrupadas temáticamente y, se ha desarrollado un buscador, denominado BUSCATOX, para facilitar el acceso a las mismas. Está disponible en la página del Área de Toxicología. En el módulo se plantea una serie de preguntas que se han agrupado temáticamente, lo que permite la familiarización sucesiva con diferentes formas de presentación de la información toxicológica. La valoración de dicho módulo de aprendizaje por estudiantes de las Licenciaturas de Bioquímica y Farmacia, ha sido extraordinariamente positiva, recomendándose su implantación definitiva y su ampliación en futuras experiencias.

Abstract

The aim of the present project was to design and develop a practical project for established toxicologists and for students of toxicology. The system facilitates the differentiation among the different types of sources of toxicological information, their localization, interpretation and use in diverse toxicological areas. More than 50 very interesting addresses were selected. To speed up learning, a search tool called BUSCATOX was developed to facilitate the access to bibliographic and factual databases. It is available at the web site of the Area of Toxicology. A series of questions for each area is proposed, allowing the progressive familiarization with the different forms of presentation of the toxicological information. The system was assessed by students of Biochemistry and Pharmacy as extraordinary positive, recommending the definitive implementation and the enlargement in future experiences.

INTRODUCCIÓN

La cada vez mayor disponibilidad de acceso al uso de ordenadores en el campo de la docencia y la necesidad imperiosa de ir introduciendo las nuevas tecnologías en la misma justifica el presente proyecto de innovación educativo, que implica la utilización de Internet en la búsqueda de información básica sobre Toxicología.

La implantación en el presente curso académico de la asignatura de “Toxicología” como materia troncal con ocho créditos en 4º curso en el Nuevo plan de estudios de la Licenciatura de Farmacia, así como de la asignatura optativa de “Toxicología Molecular” en la Licenciatura de Bioquímica, que acoge alumnos procedentes de diferentes Licenciaturas, y la continuidad de la Toxicología como asignatura optativa en 5º curso de la Licenciatura de Farmacia, plantea a los Profesores del Área de Toxicología la necesidad de búsqueda de materiales y recursos para desarrollar el programa de prácticas básico en una materia de carácter experimental.

Con esta finalidad el Área de Toxicología de la Universidad de Sevilla ha preparado un módulo específico de aprendizaje, que se describe en el presente artículo, que está dando excelentes resultados tanto en la preparación de estudiantes de pre y postgrado, presenciales y virtuales (p. ej.: <http://www.vtc.us.es/postgrad/c320/presentacion.htm>), como en el reciclado de toxicólogos con años de ejercicio (Cameán y otros, 2000).

Los objetivos específicos que se persiguen con esta actividad incluyen establecer la distinción entre los diferentes tipos de fuentes de información toxicológica, su localización, interpretación y manejo; la fami-

liarización con la terminología especialmente toxicológica (CAS, EINECS, MTLV) y con la empleada en las bases de datos accesibles gratuitamente en Internet como el acceso a información de muy rentes áreas toxicológicas (reguladora, nacional, industrial, clínica, experimental...).

Esta actividad de innovación docente es un tema prioritario de la convocatoria Ayudas a la Docencia Universitaria Instituto de Ciencias de la Educación (temática e) Promoción del uso de nuevas tecnologías.

METODOLOGÍA, ACTIVIDADES, SUJETOS Y CONTEXTO

El módulo de aprendizaje que se ha elaborado se ha puesto en práctica en las asignaturas de: “Toxicología Molecular” en la Licenciatura de Bioquímica (35 alumnos) y “Toxicología” de 4º curso de la Licenciatura de Farmacia (170 alumnos) y “Toxicología” de 5º curso de la Licenciatura de Farmacia (75 alumnos).

Se realizaron las siguientes actividades:

1. Búsqueda y selección de direcciones de Internet que abarquen un amplio abanico de posibilidades y que permitan una adecuada formación gradual en Internet al alumno, cuyos contenidos se especifican posteriormente.
2. Elaboración de un protocolo experimental escrito para cada tipo de enlaces para descubrir en Internet con información muy sucinta de los objetivos a cubrir.
3. Participación activa en el conocimiento de la información aportada por cada una de las direcciones.

Conforme se vayan asimilando los contenidos de cada tipo de enlaces, el alumno procede a la elección totalmente personalizada de casos prácticos de búsqueda de información a través de los mismos.

4. Búsqueda de posibles nuevas direcciones que aporten datos toxicológicos o información de interés en Toxicología.
5. Elaboración de un informe de evaluación en el que se haga constar los objetivos y resultados obtenidos, y un juicio personal acerca de la conveniencia que ha tenido esta experiencia práctica en su formación.

La actividad se ha realizado en el Aula de Informática de la Facultad de Farmacia, equipada con 20 ordenadores personales conectados a la red y un ordenador para el profesor acoplado a un cañón de vídeo.

La selección previa de las direcciones por bloques de contenidos se ha realizado por los Profesores y Colaboradores del Área de Toxicología al comienzo del curso académico y a lo largo del mismo se han ofrecido las tutorías para facilitar el desarrollo de la actividad y solucionar las dudas que se planteen.

Al finalizar la actividad los alumnos han respondido un cuestionario en el que pueden indicar cuáles son los tipos de direcciones que les han sido más útiles, cuál ha sido la aportación de cada una de ellas, y el impacto del proyecto de forma global sobre su formación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Es a partir de 1990 cuando el acceso a la información toxicológica es más fácil en

Internet a través de diversas bases de datos (Wexler y otros, 2000) generalizándose el acceso a textos completos, artículos de revistas, simulaciones, etc. en el presente siglo. Entre los tipos de servicios gratuitos relacionados con la toxicología podemos citar la existencia de *foros de debate* a través de web o correo electrónico, como TOXICOL-Foro de Toxicología, o 3ERRES – Foro de Alternativas a la Experimentación Animal (Repetto y otros, 1999); *comunidades virtuales* con potentes herramientas y áreas de trabajo en grupo, como FARMATOXI; *servicios de noticias* vía web o correo electrónico; *programas informáticos de libre distribución* (Arufe, 2001); o *enlaces* con información de muy diverso tipo, incluyendo bases de datos de información depurada, de información bibliográfica con resúmenes de artículos, o de textos completos de publicaciones.

Las bases de datos en Internet presentan una serie de ventajas que incluyen el libre acceso desde cualquier lugar, la inmediatez de la respuesta, el acceso a la última versión de la información, y la gran variedad y amplitud de contenidos de la misma. Entre los principales inconvenientes figura que las direcciones de acceso son muy cambiantes, lo que obliga a comprobar continuamente su funcionamiento. La operatividad de los servidores y las limitaciones de las conexiones limitan actualmente el acceso a algunas direcciones, particularmente a determinadas horas del día. Así mismo, las bases de datos emplean diferentes criterios para la clasificación y búsqueda de la información, lo que obliga al usuario a adaptarse y a recordar las peculiaridades de cada una de ellas si desea obtener con rapidez resultados útiles. De igual modo, algunos navegadores resultan incompatibles para determinadas direcciones. El idioma puede suponer una limi-

tación más, ya que la mayor parte de las bases de datos están en inglés.

LOCALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Los datos fundamentales utilizados en toxicología incluyen la identificación de la sustancia, sus propiedades fisicoquímicas, producción y localización de los fabricantes, procedimientos analíticos, medidas de seguridad ocupacionales y de manipulación y transporte, emergencia, tratamiento de intoxicaciones, cinética y exposición ambiental, biorremediación, toxicidad y cinética en diferentes organismos, e información de normas reguladoras. Estos datos se encuentran en una gran cantidad de bases disponibles, por lo que los criterios más útiles para seleccionarlas debieran basarse en la relevancia de la información que contengan; la fidelidad de los mismos a los documentos originales; la objetividad en el tratamiento de los datos, separando la información de cualquier tipo de anuncios, y si es posible, citando la fuente original; la mayor cobertura posible; y la actualización periódica (South, 2001). La propiedad del sistema debiera quedar clara, así como la autoría de los documentos. El respaldo de instituciones de prestigio supone un valor añadido de gran interés (Brinkhuis, 2001). Debemos remarcar que cuando una información no figura en una determinada base de datos, esto no debiera interpretarse en ningún sentido, ya que es posible que esos datos simplemente todavía no hayan sido incluidos.

En la práctica, atendiendo a la amplitud del campo de búsqueda, se utilizan buscadores generales, buscadores para compuestos químicos y buscadores especializados. La opción más refinada consiste en realizar una búsqueda dirigida en *buscadores especiali-*

zados enfocados al tipo de información buscada. Para ello es imprescindible disponer de un listado actualizado de las mejores bases de datos disponibles en cada momento.

En primer lugar es preciso definir claramente cuál es la información que se quiere encontrar. Una vez establecida la conexión a Internet se abre el navegador, siendo necesario instalar algún programa específico. En la ventana de selección se teclea exactamente la dirección completa de la página de acceso a cada base de datos, que se identifica con las siglas "http", o se pulsa el icono correspondiente en BUSCATOX (más adelante). Cuando se abre la página se escriben en la ventana de búsqueda exactamente los términos que mejor definan el objetivo de la búsqueda. En algunas bases de datos la búsqueda se realiza a través de un menú, pulsando sucesivamente en las palabras clave y términos, generalmente subrayados y en color azul, que enlazan sus contenidos.

Es recomendable preparar previamente una lista con los descriptores, sinónimos y frases que mejor definan el objetivo (Wolfe, 2001), usando el idioma de la base de datos.

ELABORACIÓN DEL MÓDULO PRÁCTICO DE APRENDIZAJE

Para realizar el módulo sólo se requiere una conexión a Internet, ya que las aplicaciones escogidas no exigen suscripción. El tiempo empleado en realizar los ejercicios propuestos variará entre 3 y 5 horas. En la primera fase se explican sucintamente las características de las bases de datos y se planteando preguntas sobre muy diversos aspectos toxicológicos. Las preguntas se agrupan temáticamente, sugiriéndose una página de Internet en la que iniciar la búsqueda.

Ello permite la familiarización sucesiva con diferentes formas de presentación de la información toxicológica. Seguidamente se han de seleccionar y proponer las páginas más adecuadas para contestar a las preguntas, motivándole para que localice las bases de datos con información más adecuada. Entre paréntesis se facilitan algunas palabras en inglés. Se recomienda realizar el módulo completo por el orden señalado. Si no se en-

cuentra la respuesta a una pregunta en un máximo de 10 minutos, es preferible seguir con la siguiente y volver después.

Para el presente módulo se ha realizado una selección de unas 50 direcciones de gran interés, escogidas de entre los más de 400 enlaces actuales con información toxicológica de calidad, y que se incluyen en la Tabla 1. Para facilitar el aprendizaje se ha desarrollado BUSCATOX, un buscador que

Tabla 1. Selección de bases de datos toxicológicas en internet

1. Búsquedas generales de Información Toxicológica:

- Chemfinder (metabusgador): <http://www.chemfinder.com/>
- ChemIDplus: <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/>
- Ecdin-Environmental Chemicals Data and Information Network: <http://ecdin.etomep.net/>
- Hazardous Substances Data Bank: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
- ATSDR: <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/gsql/sitecontam.script>
- TOXNET-Toxicology data network: <http://toxnet.nlm.nih.gov/>
- Entidades relacionadas con seguridad química: <http://www.nihs.go.jp/GINC/webguide/csinfo.html>
- EXTTOXNET Pesticide Information Profiles (PIPs); <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/ghindex.html>

2. Hojas de seguridad química:

- Fichas Internacionales de Seguridad Química: <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>

3. Emergencias químicas

- Erg2000: http://www.tc.gc.ca/canutec/erg_gmu/erg2000_menu.htm

4. Interpretación de concentraciones tóxicas:

- Tabla de Valores de Referencia de Fluidos Biológicos INT-SE: <http://www.mju.es/toxicologia/sitsevittab.htm>

5. Tratamiento intoxicaciones

- <http://www.intox.org/pagesource/treatment/treatment.htm>

6. Cáncer/Reproducción

- CCRIS-Chemical Carcinogenesis Research Information System: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?CCRIS>
- GENE-TOX-Genetic Toxicology: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?GENETOX>
- EMIC-Environmental Mutagen Information Center: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?EMIC>
- DART/ETIC-Developmental and Reproductive Toxicology: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?DARTETIC.htm>

Tabla 1. Selección de bases de datos toxicológicas en internet (*continuación*)

7. Evaluación del riesgo

- International Toxicity Estimates for Risk (ITER) Database: <http://www.tera.org/iter>
- ASTDR ToxFAQs™ (toxicological summaries): <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/toxfaqs>

8. Evaluación toxicidad: Protocolos:

- OECD: <http://www.oecd.org/ehs/test/testlist.htm>
- Unión Europea: <http://ecb.ei.jrc.it/testing-methods/>
- EPA: <http://www.epa.gov/OST/WET/disk2/>
- INVITTOX FRAME/ERGATT/ECVAM *in vitro* experimental methods: <http://www.jtox.com/>
- Model organisms for biomedical research/Modelos experimentales: <http://www.nih.gov/sci/models/>

9. Toxicología ambiental

- Ecotox: <http://www.epa.gov/ecotox/>

10. Información bibliográfica en toxicología // Mecanismos

- TOXLINE-Toxicology Literature Online: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?TOXLINE>
- Agrícola- AGRICultural OnLine Access: <http://www.nal.usda.gov/ag98/ag98.html>
- Medline y otras: <http://gateway.nlm.nih.gov/gw/Cmd>

11. Legislación EU, US

- Legislación Europea: <http://europa.eu.int/eur-lex/es/search.html>
- Compuestos existentes: <http://ecb.ei.jrc.it/existing-chemicals/>
- Nuevos compuestos: <http://ecb.ei.jrc.it/new-chemicals/>
- Sanidad Ambiental España: Registro de Plaguicidas, Calidad de aguas: <http://www.msc.es/lud/ambiental/>
- Legislación Española: <http://www6.uniovi.es/boe/busca.html>

12. Farmacología

- ECPHIN-European Community Pharmaceutical Information Network: <http://ecphin.etomej.com/>
- Pharminfo: http://pharminfo.com/drugdb/db_mnu.html
- Directorio de Recursos Españoles en Farmacología: <http://www.imim.es/imas/imim/DREFF>
- Agencia Española del Medicamento: <http://www.msc.es/agemed/princip.htm>

13. Simulaciones

- The Axon Potential Simulator: <http://www.phypc.med.wayne.edu/jeffram/axon3.htm>
- GTEMA-Grupo de Trabajo Especializado en Métodos Alternativos: <http://tox.umh.es/aetpos/gtema/>

14. Organizaciones relacionadas con la Toxicología

- ECB- European Chemical Bureau: <http://www.ei.jrc.it/report/ecb.html>
- The International Agency for Research on Cancer (IARC): <http://www.iarc.fr/>
- EPA-US Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov>

Tabla 1. Selección de bases de datos toxicológicas en internet (*continuación*)

- AET-Asociación Española de Toxicología: <http://tox.umh.es/aet/>
- GTEMA-Grupo de Trabajo Especializado en Métodos Alternativos: <http://tox.umh.es/aet/grupos/gtema/>
- EUROTOX-European Society of Toxicology: <http://www.uta.fi/eurotox/>
- SETAC-Society of Environmental Toxicology and Chemistry: <http://www.setac.org>
- INT-Instituto Nacional de Toxicología (E): <http://www.mju.es/toxicologia/intframe.html>
- TIAFT-The International Association of Forensic Toxicologists: <http://www.tiaft.org/>
- STP-Society of Toxicologic Pathology: <http://www.toxpath.org/>
- Área de Toxicología, Universidad de Sevilla: <http://www.farmacia.us.es/toxicologia.htm>

15. Foros en español

- [TOXICOL]-Foro de Toxicología: <http://www.rediris.es/list/info/toxicol.html>
- [3ERRES]-Foro de Alternativas a la Experimentación Animal (GTEMA): <http://www.rediris.es/list/info/3erres.html>
- [FARMACOL]-Foro de Farmacología: <http://www.rediris.es/list/info/farmacol.html>
- [FARMATOXI]-Comunidad Virtual de Farmacología y Toxicología: <http://farmatoxi.rediris.es>

facilita el acceso a las citadas direcciones, y del que se reproduce una parte en la figura 1. BUSCATOX está disponible en la página del Área de Toxicología de la Universidad de Sevilla (<http://www.farmacia.us.es/toxicologia.htm>).

VALORACIÓN DEL MÓDULO DE APRENDIZAJE POR EL ALUMNADO

Se diseñó una encuesta con el objeto de evaluar la valoración de los alumnos hacia los aspectos docentes del mencionado módulo de aprendizaje, cuyos contenidos aparecen en la Tabla 2. La encuesta era voluntaria y anónima, si así lo deseaban.

El porcentaje de participación en las encuestas ha sido más elevado en los alumnos de 5º de Farmacia del plan antiguo de estudios, ya que han respondido un total de 72 sobre 75 alumnos (96%) seguido de los alumnos de 4º curso del Plan nuevo con un porcentaje del 92,5% de participación; en la Licenciatura de Bioquímica han respondido el 60% de los alumnos.

A continuación exponemos un análisis de las encuestas recibidas por curso.

Alumnos de 5º Curso de la Licenciatura de Farmacia:

1. Resulta llamativo que sólo el 50% de los encuestados utiliza habitualmente pro-

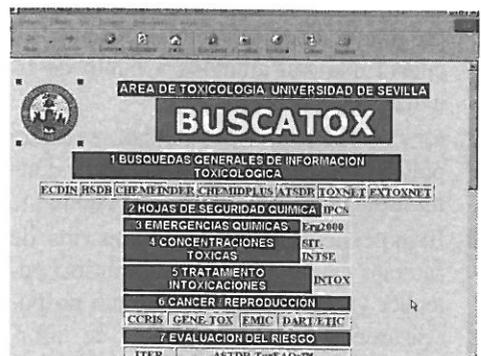


Figura 1. Imagen de la herramienta de selección BUSCATOX, elaborada por el Área de Toxicología de la Universidad de Sevilla para facilitar la localización de información toxicológica (<http://www.farmacia.us.es/toxicologia.htm>).

Tabla 2. Encuesta al alumnado

Nombre del Alumno:

Asignatura / Licenciatura:

Fecha:

1. ¿Qué tipo de programas usas habitualmente en ordenador?
2. ¿En qué asignaturas de tu Licenciatura has realizado prácticas asistidas por ordenador?
3. ¿Eres usuario de Internet?
En caso afirmativo, ¿Cuántas horas dedicas a la semana? ¿Qué tipo de información normalmente obtienes a través de la red?
4. ¿Has hecho búsquedas de materias relacionadas con la Licenciatura? ¿En qué asignatura empleado Internet como método complementario de aprendizaje?
5. La secuencia de búsqueda de direcciones en Internet relacionadas con la Toxicología ¿Qué ha parecido?
6. Valora la práctica de 1 a 10:
7. ¿Cuál es el tipo de dirección que has encontrado más interesante, más útil? ¿Por qué?
8. ¿Has aportado nuevas direcciones?
9. ¿Qué otro tipo de direcciones en la red consideras de posible utilidad en un futuro para su aplicación en prácticas de Toxicología, o para tu formación de postgrado?
10. ¿Cuánto tiempo crees que debe emplear un alumno, por término medio, en la realización de esta práctica por Internet?
11. ¿Qué cambiarías de este tipo de prácticas: modo de ejecución, etcétera?
12. ¿Consideras que esta experiencia complementa la docencia teórica? ¿En qué sentido?

gramas en el ordenador, como programas de tratamiento de texto, enciclopedias, programas de música, etc., si tenemos en cuenta que son alumnos a punto de finalizar su Licenciatura.

2. En tres asignaturas ya habían realizado prácticas asistidas por ordenador: Farmacodinamia, Bioquímica y Fisiología.
3. El porcentaje de alumnos usuarios de Internet es del 30%, bajo a nuestro entender ya que aunque el alumno no posea ordenador propio, el aula de informática de la Facultad funciona como aula de usuarios, como hemos comentado anteriormente. El tiempo dedicado oscila entre 1-8 horas, y el tipo de información obtenida es generalmente de carácter lú-

dico: música, correos electrónicos, portales, salvo excepciones en los que hace uso de programas informáticos actualizados, vademecums, etcétera.

4. Sólo el 26% de los encuestados han realizado búsquedas de materias relacionadas con la Licenciatura o han utilizado Internet como método complementario de aprendizaje en asignaturas como: Bioquímica, Bromatología, Galénica y Parasitología. Sólo en un caso se ha utilizado Internet como método de consulta de fuentes profesionales.
5. Los resultados de cómo les ha parecido la secuencia de búsqueda de direcciones relacionadas con la Toxicología se reflejan en la figura 2A, destacando que

porcentaje elevado (35%) la considera interesante. En general, un 70% de los alumnos les ha parecido positiva, frente a un 20% que tenía dificultades con el idioma inglés o un 8% que no contesta.

6. Valoración de la práctica de 1 a 10. Se recogen los resultados en la figura 2B. La calificación global es de Notable, siendo la nota de 8 el valor moda.
7. La Información que encuentran más interesante es la relativa a Toxicología ambiental (20,8%), seguida de búsquedas generales toxicológicas o de información bibliográfica, aunque hay un porcentaje elevado (25%) de alumnos que no contesta. Los resultados aparecen en la figura 2C.
8. No se han aportado nuevas direcciones.
9. Algunas direcciones que consideran útiles para su formación de postgrado incluyen direcciones relacionadas con las salidas profesionales en Toxicología (2,8%); Posibles riesgos en el ambiente doméstico (1,4%); Simulaciones de afectación de órganos por tóxicos (1,4%); Foros y debates sobre estudios realizados (1,4%); Farmacoconomía (1,4%); No contesta: 91,6%.
10. Teniendo en cuenta que el tiempo de realización de la práctica ha sido de 3-4 horas, el 70,8 del alumnado considera necesario emplear más tiempo en la ejecución de la misma; un 5,6 cree que con dos horas era suficiente, y el 23,6% no contesta. Un 20% del alumnado considera muy útil y educativo el que la práctica se realice en varias sesiones de 2-3 horas, e incluso un 3% específica que sea 1 hora/semana/curso.
11. De acuerdo con los resultados obtenidos en la pregunta anterior, el 34,7% del alumnado ampliaría el tiempo de

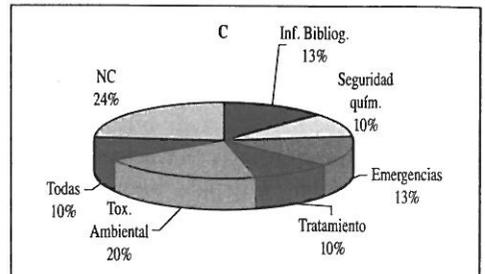
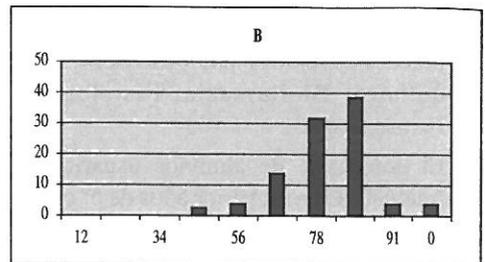
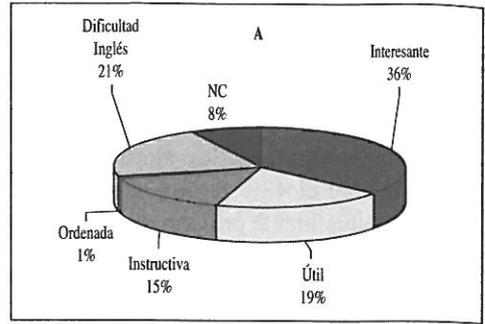


Figura 2. Resultados evaluación módulo aprendizaje por alumnos de 5º de Farmacia. A: Evaluación secuencia de Direcciones; B: Calificación; C: Información más interesante.

realización del módulo de aprendizaje; un 8,3% le gustaría tener un uso individual del ordenador; el 1,4% específica que se podría plantear la práctica desde un tóxico concreto/alumno, búsqueda y obtención de información toxicológica y elaboración de un trabajo individual sobre el mismo.

12. En el 87,5% de los casos la respuesta fue afirmativa, ya que promueve la bús-

queda de información actualizada, que necesitarán en un futuro.

Alumnos de 4º curso de Farmacia

- De forma similar a los alumnos de 5º curso, sólo el 48% de los alumnos utiliza habitualmente programas en el ordenador, como programas de tratamiento de texto, diseño gráfico, bases de datos, hojas de cálculo, etcétera.
- En cuatro asignaturas ya habían realizado prácticas asistidas por ordenador: Bioquímica, Biofarmacia, Fisiología y Farmacología.
- El porcentaje de alumnos usuarios de Internet es algo superior a los de 5º curso, pero aún es bajo, del 40%, y el tiempo dedicado oscila entre 1-25 horas (información de carácter lúdico o uso de correo electrónico).
- Aumenta, sin embargo, el número de alumnos que han realizado búsquedas de materias relacionadas con la Licenciatura, un 46%, o han utilizado Internet como método complementario de aprendizaje en asignaturas como: Bromatología, Inmunología, Orientación Profesional Farmacéutica o Atención Farmacéutica.
- La secuencia de búsqueda de direcciones relacionadas con la Toxicología, les ha parecido positiva a un 81%, porcentaje superior al de los alumnos de 5º de Licenciatura, y el 19% la considera lenta, o tiene dificultades con el idioma inglés o no contesta. Los resultados más detallados se exponen en la figura 3 A.
- La valoración de la práctica de 1 a 10 se recoge en la figura 3 B, observándose que la calificación sobresaliente es concedida por el 13,5%, siendo notable la calificación mayoritaria, votada por el

67% del alumnado. Un 18,6 % la califica de aprobado y un 2% no conte

- El tipo de información más interesada (Fig. 3 C) continúa siendo la referenciada en Toxicología Ambiental (21,2%), y quedas generales o información bibliográfica (18,5%). El porcentaje de alumnos que no contesta disminuye al 16
- Al igual que en el caso anterior, no han aportado nuevas direcciones

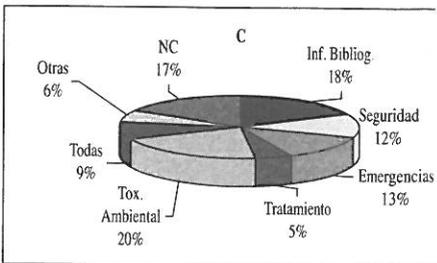
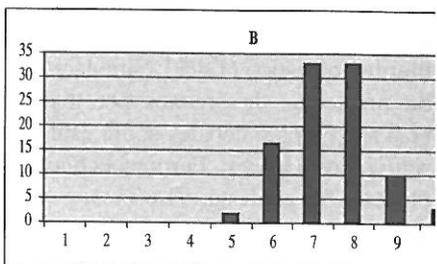
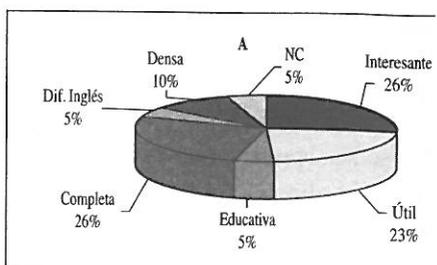


Figura 3. Resultados evaluación módulo aprendizaje por alumnos de 4º de Farmacia. A: Evaluación de Direcciones; B: Calificación; C: Información más interesante.

9. Las direcciones relativas al Medio ambiente son consideradas de interés para su formación de postgrado (4,6%), y las direcciones relacionadas con salidas profesionales y cursos en Toxicología (3,3%); otras direcciones útiles para su formación son los foros de debate (2,6%) y direcciones que contengan conceptos teóricos de la asignatura (1,3%), pero la mayoría de los alumnos no contestan o no saben.
10. El porcentaje de alumnos que cree necesario dedicar más de 3-4 horas a la realización de la práctica es del 58,3%, inferior si lo comparamos con los alumnos de 5° de licenciatura, insistiendo en que se imparta en varias sesiones de 2 horas de duración. Un 33,8% considera adecuado el tiempo empleado y el 7,9% no contesta.
11. El 25% del alumnado ampliaría el tiempo de realización del módulo de aprendizaje; un 4,6% le gustaría tener un uso individual del ordenador; y el resto no cambiaría nada o no contesta.
12. De forma totalmente mayoritaria (95%) los alumnos consideran que las prácticas por Internet complementan la docencia teórica de clase magistral, en el sentido de que dan una visión más práctica y amplia de la asignatura, además de ayudarlo a familiarizarse con el uso de las nuevas tecnologías.
2. En 4-5 asignaturas de la Licenciatura han realizado prácticas asistidas por ordenador: Estructura de macromoléculas, Bioquímica ambiental, Experimentación bioquímica, Enzimología, etcétera.
3. El porcentaje de usuarios de Internet también es superior que en el caso anterior (75%), con un rango de horas/semana que oscila entre 3-20 horas, y existiendo además un cambio cualitativo en el tipo de información buscada, ya que la mayoría lo utilizan en la búsqueda de publicaciones científicas y bibliografía en general para realizar trabajos.
4. El 100% de los que han respondido la encuesta ha utilizado Internet en asignaturas de la Licenciatura.
5. La secuencia de búsqueda de direcciones relacionadas con la Toxicología, les ha parecido positiva a un porcentaje elevado de alumnos (85,7%) y sólo un 14,3% la considera densa de contenidos (Fig. 4 A).
6. Al igual que en los casos anteriores, la calificación (Fig. 4 B) de notable es mayoritaria (85,7%).
7. Las búsquedas generales o Información bibliográfica en Toxicología son el tipo de dirección que les resulta más interesante para el 52,4% del alumnado (Fig. 4 C), seguida de las Hojas de seguridad química y Emergencias químicas (23,8%), ocupando un tercer lugar las direcciones relativas a tratamiento de intoxicaciones (9,5%) y Toxicología ambiental (9,5%).
8. No se han aportado nuevas direcciones
9. También se denota un cambio cualitativo en el tipo de direcciones que consideran útiles para su formación en comparación con los alumnos de Farmacia: las direc-

Alumnos de la Licenciatura de Bioquímica

1. De forma casi absoluta (95,2%) los alumnos usan habitualmente el ordenador, con programas similares a los mencionados anteriormente, resultado lógico ya que se trata de una Licenciatura de 2° ciclo.

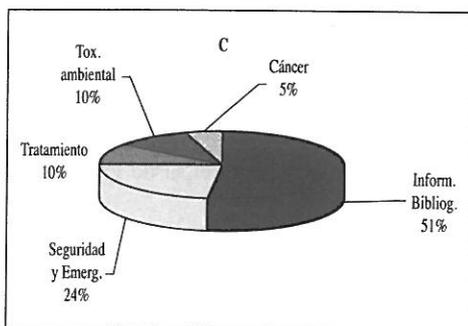
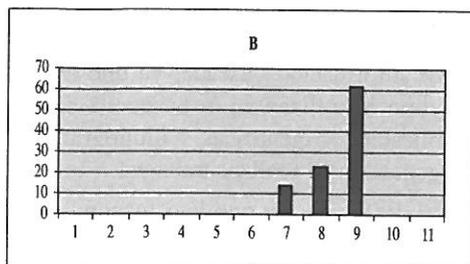
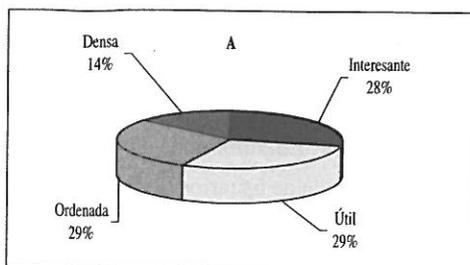


Figura 4. Resultados evaluación módulo aprendizaje por alumnos de la Licenciatura de Bioquímica. A: Evaluación secuencia de Direcciones; B: Calificación; C: Información más interesante.

ciones relacionadas con revistas científicas son votadas por el 19,0% del alumnado; los buscadores: 9,5%; Toxicología alimentaria: 14,3% y el porcentaje de alumnos que no contesta disminuye al 57,1%.

10. El 76,2% del alumnado considera necesario emplear más tiempo en la ejecución de la misma, porcentaje más elevado que en la Licenciatura de

Farmacia; el 23,8% considera adecuado el tiempo empleado

11. Las posibles modificaciones que introducirían en la práctica son: ampliación del tiempo dedicado (52,4%); individual del ordenador (4,8%); 4,8% especifica que se podría realizar la práctica de forma paralela a las sesiones teóricas; el 8,16% pide mayor libertad o interactividad.
12. En el 100% de los casos la respuesta fue afirmativa, ya que promueve la permanencia de información actualizada, exacta y académica.

CONCLUSIONES

La introducción de un módulo práctico en el que se incorporan las nuevas tecnologías, como es el uso de Internet, en la enseñanza práctica de las asignaturas del Área de Toxicología ha sido valorada muy positivamente por el alumnado de las Licenciaturas de Farmacia y Bioquímica, recomendándose su ampliación de tiempo de ejecución en cursos académicos posteriores. Las experiencias de formación que utilizan los temas multimedia e Internet permiten la obtención y presentación de la información rápida y fácil, una gran variedad y amplia de contenidos, además de aportar calidad a la enseñanza no sólo a nivel de pregrado sino también de postgrado, y permiten la potenciación y complementación de las clases teóricas, sobre todo hoy en día cuando la mayor parte del acceso al conocimiento e información se realiza a través de la Red.

REFERENCIAS

- ARUFE, M.I. (2001): Programas informáticos de libre distribución en Internet: aplicación

- educativas en toxicología. *Revista de Toxicología*, 18, 5-7.
- BRINKHUIS, R.P. (2001): Toxicology information from US government agencies. *Toxicology*, 157, 25-49.
- CAMEÁN, A.M.; MORENO, I.M.; LÓPEZ-ARTÍGUEZ, M.; REPETTO G., y REPETTO, M. (2000): *Preparación y realización de un programa de prácticas experimentales para asignaturas del Área de Toxicología: motivación positiva en el aprendizaje teórico-práctico de Toxicología*. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.
- ESPINOSA, E., y NÚÑEZ, B.M. (2000): Multimedia e Internet como herramienta en la calidad docente. *Revista de Enseñanza Universitaria*. ICE, Universidad de Sevilla, Vol. I, 241-247.
- REPETTO, G.; DEL PESO, A.; SALGUERO, M., y REPETTO, M. (1999): Inventory of the Spanish Institutions and Scientists Involved in Alternatives to the use of Laboratory Animals (Refinement, Reduction or Replacement). *Revista de Toxicología*, 16, 50-127.
- SOUTH, J.C. (2001): Online resources for news about toxicology and other environmental topics. *Toxicology*, 157, 153-164
- WEXLER, P.; HAKKINEN, P.J.; KENNEDY, G.L., y STOSS, F.W. (2000): *Information Resources in Toxicology*. 3ª Ed. Academic Press, San Diego, 921.
- WUKOVITZ, L.D. (2001): Using Internet search engines and library catalogs to locate toxicology information. *Toxicology*, 157, 121-139.