

# SIMULACIÓN DE INTOXICACIONES MEDIANTE UTILIZACIÓN DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS: APLICACIONES TOXICOCINÉTICAS Y CLÍNICAS

*Ana María Cameán Fernández  
Manuel Repetto Jiménez  
Claudia Herce Pagliai*

## RESUMEN

La experiencia de innovación educativa que presentamos consiste en proponer y evaluar la utilización de programas informáticos como material docente en clases prácticas de la asignatura de Toxicología, en 5º Curso de la Licenciatura de Farmacia. Se aplican dos tipos de programas: uno que facilita la comprensión de la Toxicocinética y otro que es un sistema de base de datos de información toxicológica, útil en Toxicología Clínica. Para evaluar las posibilidades de este tipo de material, y conocer por parte del alumnado cuál era su opinión acerca de la innovación y posibles mejoras a implantar, se ha utilizado como instrumento un modelo de cuestionario, a rellenar tras la realización de cada práctica, recogiendo los resultados obtenidos.

## ABSTRACT

The innovative educational experience which we present consists of the proposal and evaluation of the use of computer programs as teaching materials in practical classes in Toxicology, 5th year course Degree in Pharmacy. Two types of program were employed: one which facilitates the understanding of Toxicokinetics and the other which is a Toxicology information data base, useful in Clinical Toxicology. In order to evaluate the usefulness of this type of material and to know the student's opinion of the innovation proposed and their recommendations for improvement, we have used a questionnaire, completed after each practical session; the results of which are presented.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de programas informáticos a la enseñanza de la Toxicología general puede permitir la predicción de situaciones complejas, y facilitar el aprendizaje teórico y práctico de la toxicocinética y de los principios generales del empleo de antagonistas y antidotos.

El aprendizaje de la toxicocinética tiene su mayor dificultad en su característica matemática-abstracta y la necesaria realización de tediosos cálculos que dificultan la visualización de su aplicación toxicológica práctica (Renwick, 1996). El empleo de programas de simulación facilita la comprensión de la toxicocinética, permitiendo la presentación de diversas intoxicaciones, comparación de los resultados obtenidos y el ensayo de situaciones problema en forma activa (Hunt, 1989; Huber y otros, 1990).

Con este objetivo, los profesores del Área de Toxicología de esta Universidad, hemos establecido un programa de colaboración con profesores de la Universidad de Concepción (Chile)

---

TITULAR DEL PROYECTO: Manuel Repetto Jiménez. Dpto. de Bioquímica, Bromatología y Toxicología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes. 41012 SEVILLA. Tel.: (95) 4556762.

para la elaboración de diversos programas informáticos, como son el denominado Dr. Toxi (C. Barrios y col.).

En la vertiente clínica, hemos considerado de interés acercar al alumno los principios generales de lo que supone el tratamiento inmediato o de urgencia mediante la aplicación de una base de datos sobre Toxicología general, como es el programa Informtoxic. Los datos necesarios para el funcionamiento del programa se encuentran fácilmente en bibliografía (Repetto, 1990; Ellenhorn y Barceloux, 1988)

Los objetivos de esta actividad de innovación en la docencia de la Toxicología son:

1. Con el empleo de Dr. Toxi, el alumno puede apreciar visualmente, de forma activa y dinámica y amigable las consecuencias de las simulaciones solicitadas y compararlos entre sí e incluso experimentar situaciones impracticables en la vida real (Huber y otros, 1990).
2. Tras la experiencia adquirida de simulación de intoxicaciones, la aplicación del Informtoxic, programa más complejo y avanzado, permite que el alumno conozca los principios generales del tratamiento de las intoxicaciones, e introducirlos, en definitiva en Toxicología farmacéutica y clínica.
3. En estos momentos se hace necesario evaluar la aplicabilidad docente del material elaborado (facilidad de manejo, utilidad didáctica, motivación del alumno para enfrentar diferentes situaciones, etc.), lo que deseáramos realizar con la participación del alumno mediante preparación de formularios y cuestionarios, que permitan, además, corregir y mejorar los programas.

## 1. METODOLOGÍA

La asignatura en la que se realiza la innovación propuesta es Toxicología, que se imparte actualmente en 5º curso de la Licenciatura de Farmacia, como asignatura optativa. La aplicación de los programas informáticos ha sido llevada a cabo por 36 alumnos, prácticamente la totalidad de los alumnos matriculados, en grupos reducidos de 2-3 alumnos.

Se pretende el trabajo libre del alumno, con el auxilio de unos manuales ya elaborados. Para la puesta en práctica del programa cinético se diseñan unas experiencias previas cuyos datos se ofertan al alumno, quien debe utilizar suficiente soporte bibliográfico de consulta según los fármacos que quiera ensayar. Para el manejo de la base de datos toxicológica, sólo se les informan de las distintas posibilidades de búsqueda que tiene el programa, siendo el alumno el sujeto que investiga, a través de su práctica, los contenidos reales del programa.

Las actividades realizadas, con su temporalización, han sido:

### a) *Enero-Febrero 1996.*

Familiarización previa por parte del profesorado con los programas informáticos.

Elaboración de manuales, y diseño de algunas experiencias prácticas.

Elaboración de encuestas al alumnado, sobre su parecer acerca de la novedad de la implantación de los programas.

### b) *Marzo-Abril 1996.*

Aplicación de los programas por parte del alumnado, en grupos reducidos.

### c) *Mayo-Junio 1996.*

Análisis de las encuestas para evaluar las posibilidades de estos programas como material didáctico en cursos venideros.

Para la técnica de recogida de la información y análisis de los resultados, se utilizó un modelo de encuesta (una por cada programa), a rellenar de forma voluntaria por el alumnado, y que contenía los datos personales de los que quisieran colaborar. El modelo de encuesta se ofrece en la Tabla 1.

Los resultados de estas encuestas, se aportan como material de referencia al Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Sevilla.

Asimismo se ha accedido a pasar el cuestionario proporcionado por el ICE para colaborar en la metaevaluación de las experiencias innovadoras educativas llevadas a cabo en la Universidad de Sevilla, así como a la realización de una entrevista personal con el profesor responsable de la actividad de innovación, Dr. M. Repetto.

## 2. RESULTADOS

Como Profesores, nuestras impresiones generales acerca de la implantación de estas prácticas han sido:

- a) Creemos que los alumnos han acogido favorablemente esta experiencia, aunque ha supuesto para ellos un esfuerzo y una colaboración desinteresada en la realización no sólo de las prácticas, sino también de las múltiples encuestas.

Si bien casi el 90% de los alumnos no había tenido contactos previos con ordenadores, y las primeras reacciones fueron de escepticismo, miedo a cometer errores, creemos que ha sido útil la experiencia para ellos, en primer lugar por lo que supone un acercamiento en sí a los medios informáticos.

- b) En el campo concreto de la Toxicología, creemos que este tipo de actividades es válida como complemento a la docencia teórica, ya que
  - b1. Obtienen una visión más real de cómo puede comportarse un tóxico en el organismo, tanto en intoxicación aguda como crónica.
  - b2. Tienen acceso a conocer los principios generales del tratamiento de una intoxicación, y la posibilidad de conocer cómo actuar en casos concretos de intoxicación, aquéllos que realmente más le interesen de forma individual, puesto que los casos prácticos han sido elegidos por el alumno.

Ha sido muy positivo y fundamental la realización del modelo de encuesta al alumnado para saber cuál es el bagaje anterior en este tipo de experiencias prácticas, y sobre todo para conocer aspectos prácticos que nos ayuden a mejorar en la implantación de las mismas.

Discutimos a continuación diversos aspectos de estos formularios.

- ▶ La respuesta ha sido mayoritaria, ya que ha contestado el 95% del alumnado.

Sobre los datos que hacían referencia al uso previo de ordenadores, el 64% de los alumnos no habían tenido nunca experiencia con PC-compatibles. La mayor parte del alumnado no había realizado nunca estudios o cursos de informática; en todo caso, los estudios que poseían eran básicos, cursados en el BUP, etc. Los programas que habían empleado eran del tipo de: tratamiento de textos (Word Perfect); bases de datos para alguna empresa, sin especificar; programas educativos, sin especificar.

Nos encontramos, por tanto, ante unos estudiantes sin experiencia previa en la aplicación del ordenador a simulaciones prácticas en los estudios universitarios (100% de los casos).

- ▶ Hemos aconsejado la lectura rápida del manual previa a la realización de la práctica, en el caso del programa toxicocinético en el 91% de los alumnos lo encuentran adecuado de contenido; a 3 les resulta escaso y sólo a 1 extenso de contenido.

Entre las modificaciones que introducirían en el manual, se sugiere:

- a) Introducir ejemplos, experiencias, como modelo previo en la ejecución del programa (18% de los encuestados)
- b) Un porcentaje bajo, del 6%, cree adecuado suministrar datos toxicocinéticos en el programa manual.

En el programa Informtoxic, el 30% de los encuestados lo considera extenso de contenido ya que una de las principales características del programa es su fácil manejo, de forma que cada vez que se escoge una opción del menú (opciones posibles) aparece, si lo hay, el menú siguiente y así sucesivamente.

En los demás casos, no se hace referencia alguna a posibles variaciones, e incluso se insinúa que les parecen adecuados los manuales, para alumnos sin experiencia.

- ▶ Nos interesaba conocer cómo les resultaba la ejecución del programa, ya que desde el punto de vista didáctico, no debe pesar tanto la versatilidad o potencia del programa como la propia facilidad de acceso a los diferentes menús por parte del alumno.

La propia ejecución del programa Dr. Toxi les ha parecido:

- a) Fácil, 71% de los casos.
- b) Complicada, 3%.
- c) Instructiva: 21%
- d) Aplicable a otras asignaturas: 27%

En el caso de Informtoxic, el manejo del programa les ha resultado fácil en el 100% de los alumnos, complementado, además, con que fue instructivo en el 30% de los casos, y aplicable a otras asignaturas (20%).

- ▶ Es interesante e imprescindible conocer, para futuras aplicaciones en sucesivos cursos académicos, cuál es el tiempo medio que se debe dedicar a la realización de las prácticas.

Si bien en un principio hemos dedicado 1'5 horas para cada programa informático, a partir de la encuesta creemos que en el caso de Dr. Toxi, aunque ese tiempo sería razonable (35%), podría ampliarse a 2 horas ya que el 44% de los alumnos considera mejor esa duración, incluso 4 casos son partidarios de establecer 3 horas/práctica o 1-2 horas durante 3 ó 4 días por práctica. Por otro lado, 5 casos estiman oportuno sólo 1 hora por práctica.

En la aplicación de Informtoxic, el 58% de los alumnos considera oportuno dedicar 2 horas o más en la ejecución del programa, y sólo en cuatro casos se estima conveniente ejecutar el programa en 1 hora. Dos alumnos creen conveniente el poder disponer del programa, a modo manual de consulta, durante todo el curso académico.

- ▶ El programa Dr. Toxi ofrecía entre sus posibilidades la búsqueda en archivos de fármacos ya introducidos por los autores del programa y en otra opción, denominada datos manuales, la aplicación a ejemplos de xenobióticos de libre elección, siendo necesaria para ello la búsqueda previa en libros y revistas, de las características farmacocinéticas del producto a ensayar.

En el 100% de los casos los alumnos han introducido casos particulares, siendo los más frecuentes: cafeína, gentamicina (ejemplo de simulación que explicábamos al principio de

práctica), ácido acetilsalicílico, etanol, cocaína, paracetamol. Otros ejemplos incluían otras sustancias de drogadicción como cannabis, y fármacos como digoxina, digitoxina, carbamazepina.

El 100% de los encuestados refleja la necesidad de tener más soporte bibliográfico, al menos más específico sobre datos toxicocinéticos.

La base de datos toxicológica Informtoxic, con sus diversas opciones de búsqueda: jerárquicas, por claves, índice, o búsqueda por imágenes, permite consultar en situaciones de emergencia toxicológica. En este caso, las cuestiones particulares son las propias búsquedas personales realizadas por los alumnos; al no requerirse la introducción de datos de dosis u otros parámetros, no se necesita más soporte bibliográfico (100% de los encuestados).

- ▶ Respecto a las propuestas de cambio y mejora, a nuestro entender existirían mejoras de dos tipos:
  - a) Mejoras propiamente de construcción del programa, entre las que se incluyen:
    - Poder retroceder para la introducción de los datos
    - Omitir algún dato no disponible
    - Exponer en las gráficas las concentraciones máxima, mínima y estacionarias alcanzadas.
    - Introducción de mayor número de imágenes en el caso de la base de datos toxicológica.
  - b) Mejoras de introducción de más información en el programa que atendiera a:
    - Márgenes fisiológicos
    - Interacción con otros fármacos, ya que es habitual la administración simultánea de varios, aumentando así las posibilidades de interacción.
    - Interacción con alimentos y otros hábitos de vida, como consumo de alcohol, tabaco
    - Síntomas de intoxicación y tratamiento.
    - Este punto puede quedar subsanado con la aplicación de otro tipo de programa de tratamiento de intoxicaciones medicamentosas, ya que Dr.Toxi es de tipo toxicocinético.
    - Ampliación del programa Informtoxic a otro tipo de productos, lo cual correspondería, como en el caso anterior a otro tipo de base de datos.

### 3. CONCLUSIONES

Creemos muy interesante e instructivo incorporar estas simulaciones prácticas con ordenador en nuestro programa de docencia práctica en Toxicología.

Tras el análisis de los resultados, deducimos:

1. Nos encontramos con un alumnado que no ha recibido clases prácticas con ordenador anteriormente, con lo que se consigue: en primera instancia que se relacione con él mismo habida cuenta del desarrollo extraordinario de los medios informáticos, y en segundo lugar acercar al alumno de una forma más gráfica y real a cuestiones toxicocinéticas y de tratamiento para primeros auxilios. Se trata en definitiva de conseguir unos objetivos que difícilmente pueden lograrse en una clase teórica, con el realismo que nos permite el empleo del ordenador.
2. Los manuales de instrucciones resultan adecuados de contenido, y la ejecución de los programas ha parecido a los alumnos fácil, instructiva y aplicable a otras asignaturas.

3. El tiempo que debe emplearse por práctica es de 2 a 2 horas y media, siendo necesario el soporte bibliográfico en el caso del programa toxicocinético, que les ayude en la introducción de casos particulares, en los que el alumno esté interesado.
4. La experiencia complementa efectivamente la docencia teórica pues se consigue:
  - Una visión más real y práctica de cómo puede comportarse un tóxico en el organismo
  - Familiarización con los datos cinéticos de fármacos en diversas situaciones: intoxicación aguda, intoxicación crónica, rangos terapéuticos
  - Ayuda a conocer cuáles son los efectos más comunes en casos de intoxicación por diferentes tipos de xenobióticos (plantas, animales, productos domésticos), y algunas posibilidades de primeros auxilios e incluso breves descripciones del tratamiento médico a seguir.
5. Se han propuesto algunas mejoras de propia construcción del programa toxicocinético existiendo un interés general por conocer las variaciones toxicocinéticas que puede sufrir un fármaco por interacción con otros xenobióticos, como alimentos; ello supone que efectivamente los alumnos, han asimilado este primer paso y se les ha inducido a tener interés por un conocimiento más profundo, por situaciones más complicadas.  
Las mejoras del programa Informtoxic hacen referencia a ampliación del programa a otros productos, como intoxicación por gases, introducción de más figuras, búsquedas por principio activo, etc.
6. Consideramos, por tanto, de gran utilidad como material didáctico la utilización de estos programas informáticos en la asignatura de Toxicología; además, se han considerado, por parte de propios alumnos, como aplicables en otras asignaturas de la Licenciatura de Farmacia. Por su puesta en práctica en grupos superiores de alumnos, tendremos en cuenta las aportaciones dadas por el alumnado en este curso académico.
7. Por último, estimamos que a partir de esta experiencia, hemos obtenido información acerca de cuáles otros programas informáticos podrían ser útiles para su aplicación como práctica en nuestra asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

- ELLENHORN, M.J. y BARCELOUX, D.G. (1988). *Medical Toxicology: Diagnosis and treatment of human poisoning*. Amsterdam, Elsevier.
- HUBER, M. y otros (1990). Simulación de intoxicaciones con el uso del computador personal. Aplicación a la enseñanza de la Toxicocinética. I. *Revista de Toxicología*, 7, 1, 37-42.
- HUNT, M. (1989). A mathematical utility program to facilitate student comprehension of the pharmacokinetic of the one compartment model. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 53, 50.
- RENWICK, A.G. (1996). *Pharmacokinetics and Toxicokinetics. Understanding Biodisposition Data*. New York, CRC Press.
- REPETTO, M. (1997). *Toxicología Fundamental*. 3ª Ed., Madrid, Díaz de Santos.

TABLA 1: Prácticas asistidas por ordenador. Área Toxicología.  
Facultad Farmacia. Encuesta al alumnado.

Nombre del alumno:

1. ¿Has usado alguna vez algún ordenador PC?  
En caso afirmativo, ¿Qué tipo de programas has empleado?
2. ¿Has realizado algunos estudios, cursos, de informática? ¿Cuáles?
3. El manual de instrucciones del programa Dr. Toxi:
  - a. Lo encuentras adecuado
  - b. Escaso de contenido
  - c. Extenso en contenido
4. ¿Qué variaciones introducirías en el manual?
5. La ejecución del programa te ha parecido
  - a. Fácil
  - b. Complicada
  - c. Instructiva
  - d. Aplicable a otras asignaturas
6. ¿Has introducido casos particulares de fármacos en datos manuales? ¿Cuáles?
7. ¿Consideras necesario más soporte bibliográfico para introducir casos particulares?
8. Mejoras que introducirías en el Programa
9. ¿Cuánto tiempo crees que debe un alumno emplear, por término medio, en la realización de esta práctica?
10. ¿Consideras que esta experiencia complementa la docencia teórica? ¿En qué sentido?
11. ¿Qué otras aplicaciones del programa se te ocurren?
12. ¿Qué otro tipo de programas informáticos consideras de posible utilidad para su aplicación en prácticas de Toxicología?

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento al Dr. C. Barrios y colaboradores, de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Concepción (Chile) dentro del marco del convenio establecido.