

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA DIDÁCTICA, PARA EL APRENDIZAJE DE LA FARMACOLOGÍA DE LOS AGENTES ANTIINFECCIOSOS β -lactámicos.

Jairo Alexander Agudelo O. * Jorge Díaz. **

Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Farmacia, A.A. 14490, Bogotá, D.C., Colombia

* E-mail: alagudelo@ciencias.ciencias.unal.edu.co

** E-mail: jadiaz@ciencias.ciencias.unal.edu.co

RESUMEN

Un punto clave para contribuir al mejoramiento de la atención clínica asistencial es la apropiada pedagogía en los procesos de formación y actualización de los profesionales de la salud en cuanto a información acerca de medicamentos se refiere. El presente trabajo pretende generar un mecanismo didáctico complementario para la formación de los profesionales que participan en la práctica clínica farmacoterapéutica, dirigido específicamente al aprendizaje y comprensión de los principios farmacológicos para el manejo de los agentes antiinfecciosos β -lactámicos.

Se diseñó y desarrolló un programa informático multimedia con propósito pedagógico, obteniendo una aplicación didáctica en CD-ROM, como herramienta efectiva de soporte en la formación educacional y fuente eficiente de información sistematizada.

Palabras Clave: Antibióticos - β -Lactámicos - Software.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF A DIDACTIC COMPUTERIZED TOOL FOR THE LEARNING OF PHARMACOLOGY OF β - LACTAMIC ANTIINFECCIOSOUS AGENTS.

A key issue to contribute to the improvement

Recibido para evaluación:

Febrero de 2000

Aprobado para publicación:

Mayo de 2000

of the clinical attention assistance is the appropriate pedagogy in the training and update processes of the professional of the health concerning information about drugs is referred. The present work intends to generate a complementary didactic mechanism for the training of the professionals that participate in pharmacotherapeutic processes, directed specifically to the learning and comprehension of the pharmacological principles for the managing of the β -lactamic antibiotics.

A computerized multimedia application with a pedagogic purpose, was designed and developed obtaining a didactic application in CD-ROM, as effective support tool in the educational training and efficient source from systematized information.

Key Words: Antibiotics - β -Lactamic - Software.

INTRODUCCIÓN

Todo aprendizaje está basado en la percepción y es ésta la que promueve los procesos de memoria y aprendizaje, mientras la percepción de un hecho sea más rica en variedad y brinde más información, la asimilación, aprendizaje y memorización será más adecuada, eficiente y rápida. En este proceso se ha determinado que se consigue aprovechar más la información si ésta es recibida simultáneamente en dos modalidades. Así se reafirma el valor de lo audiovisual en el proceso educativo: se facilita la percepción de los aspectos más importantes y el material puede ser cuidadosamente organizado (1).

Por esto, en la actualidad es ineludible analizar las relaciones entre informática y educación con el fin de aprovechar el potencial educativo que puede tener el uso de los computadores en este sector; precisamente, el desarrollo de la educación audiovisual es una consecuencia de los avances alcanzados en la tecnología y la teoría del aprendizaje; en particular las nuevas tecnologías multimedia para comunicar ideas y describir objetos son el resultado de la selección del mejor medio para transmitir mensajes y estructurar la información para producir un documento final multidimensional computarizado; el crecimiento exponencial de la información y para nuestra particularidad científico-técnica, requiere que los académicos consideren nuevas metodologías de educación eficientes (2).

Ahora bien, la práctica farmacoterapéutica es una disciplina basada esencialmente en el saber y la comprensión, por lo que los mecanismos de aprendizaje y consulta para los estudiantes y profesionales deben estar dirigidos hacia la eficiencia en la presentación sistemática de conocimientos, hechos, ideas, habilidades y técnicas, para de esta manera, impulsar el uso racional del medicamento, concepto que también ha alcanzado el campo de los antibióticos como objeto de su evaluación y mejora, con el fin de sentar las bases apropiadas para su correcta utilización, facilitar la reducción de costos y de esta forma hacer parte integral de las características que ha de tener una asistencia clínica de calidad, como es entre otras cosas el asegurar la selección correcta del fármaco, evitar la iatrogenia y el consumo innecesario; bajo este concepto, el manejo clínico es imperativo, así como el conocimiento de la farmacología por parte de los profesionales integrantes del equipo de salud en la prevención y tratamiento de la enfermedad.

La práctica clínica enseña como los antibióticos se encuentran entre los grupos de medicamentos de mayor consumo, por ello no menos del 30% de todos los pacientes hospitalizados recibe uno o más tratamientos (3), de donde se desprende que su uso inadecuado, comprometido por diferentes factores, conlleva una serie de riesgos e

inconvenientes, incluyendo toxicidad, creación de resistencia, sobreinfecciones, crecimiento excesivo de levaduras, hongos o bacterias por alteración de la flora nativa, la no curación de la enfermedad y un incremento innecesario del gasto farmacéutico (4-6). Existen también diversas evidencias indicando que los antibióticos son frecuentemente mal usados en todo el mundo, dentro de ellas, el comité de salud y políticas públicas del Colegio Médico Americano dice que el 64% de los antibióticos prescritos en los Estados Unidos no son necesarios (7), además, la disparidad de prescripción entre distintos facultativos frente a las mismas patologías, pone de manifiesto que la utilización de estos medicamentos no es del todo racional en el campo terapéutico (8, 9); asimismo es una realidad que la emergencia de patógenos resistentes a los antibióticos fue uno de los resultados del amplio e inadecuado uso de los agentes antimicrobianos, lo cual a su vez creó una siempre creciente necesidad de nuevos agentes (8). Este manejo y prescripción irracional puede prevenirse entre otras formas, mejorando la enseñanza de la farmacología.

La información gestionada por medios informáticos multimedia, hace posible un cambio curricular en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reestructuración que cada día se torna más imprescindible en una sociedad como la actual, adaptándose a las necesidades que impone la cultura de la información.

Ante la dificultad de que los estudiantes asuman todo el conocimiento existente acerca de la gran cantidad de medicamentos disponibles, dado que el volumen de información en las áreas de la salud resulta considerable y debido a limitaciones impuestas por el tiempo para el discernimiento y comprensión clara de los fundamentos, es habitual que quedan vacíos en los conocimientos, que se reflejan posteriormente produciendo los resultados clínicos inadecuados citados anteriormente; es por esto que la formación debe centrarse en la fase esencial de todo aprendizaje, vale decir, la consolidación de los principios básicos, además de la disposición de medios eficientes de apoyo pedagógico y de consulta eficaz (10). La American

Society of Hospital Pharmacist (ASPH) en el informe sobre el farmacéutico de hospital y los servicios de información de medicamentos dice: "... la familiarización con la metodología del procesa-miento electrónico de datos es extensamente necesaria para su utilización en los servicios de almacenamiento, procesamiento y recuperación de información.", también nótese que la nueva legislación vigente (ley 10 de 1990, la ley 60 de 1993 y la ley 100 de 1993), definió el valor de la promoción y la educación para la salud, con la finalidad de alcanzar una buena calidad de vida; así las cosas, uno de los objetivos de una aplicación informática en la enseñanza de la farmacología de los agentes antiinfecciosos β -lactámicos, es favorecer la capacidad de organización del saber y la utilización de medios para que la comprensión de los principios sea más fácil, lo que representa una alternativa al puro conocimiento memorístico.

Estos -los agentes β -lactámicos- constituyen uno de los más importantes grupos de antibióticos; aunque se han producido muchos otros agentes antimicrobianos desde que se dispuso la primera penicilina, estos antibióticos son todavía muy importantes y ampliamente utilizados, muchos tienen ventajas únicas, de modo que en la actualidad miembros de este grupo son los fármacos de elección para el tratamiento de un gran número de enfermedades infecciosas (6); lo anterior es una realidad actual en todo el mundo, corroborando que el uso de los agentes β -lactámicos es extenso y necesario.

En el marco contextual expuesto, se hace interesante la posibilidad de plantear situaciones de aprendizaje variadas, acceso eficiente y fácil a la información a través de un programa informático creado para tal fin. En una aplicación como la planteada, el ordenador junto con los programas Multimedia especializados, permite explorar posibilidades tan amplias como: la comprensión de los hechos (por medio de imágenes, animaciones y sonidos), la relación coherente de textos escritos (aprovechando la multidimensionalidad de los hipervínculos), el almacenamiento, organización y acceso eficiente a datos; aprovechando estas características y el hecho de que los medios

informáticos captan el interés de las personas, se logra que el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle de forma más eficaz.

La enseñanza asistida por ordenador (E.A.O.) fue el principio mediante el cual se desarrollaron en este trabajo los objetivos fijados, entendiéndose como E.A.O : "modalidad de comunicación indirecta entre alumno y profesor, que no se realiza por la línea más corta de la presencia física, sino describiendo un ángulo con un vértice en el ordenador" (11). La E.A.O., brinda la oportunidad de utilizar ambientes notablemente enriquecidos, como simulaciones, proceso de interrelación de textos, gestores de bases de datos y gráficos entre otros medios, todas éstas, herramientas ideales para ser implementadas en la educación farmacológica. Estos productos didácticos multimedia cuando se hallan correctamente planteados contribuyen a ampliar el campo de la presentación de la información en forma similar a las cadenas de asociaciones de la mente humana, la conectividad que proporcionan los hipertextos hace que los programas multimedia no sean simples presentaciones estáticas con imagen y sonido, sino una experiencia interactiva infinitamente variada e informativa, ideal para ser utilizada como recurso didáctico complementario que favorece la interactividad, la motivación, la autonomía, la creatividad y que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje (12).

Por lo tanto, sí la tecnología proporciona un fácil acceso a las diferentes fuentes de información, el papel del profesor pasará a ser más el de un mentor o animador del aprendizaje y no sólo la fuente de conocimientos. El acceso de los estudiantes a la información hará que la orientación y la evaluación pasen a ser procesos más positivos y cercanos gracias al uso de este tipo de herramientas, fin último de esta investigación a través de la cual se aspira proponer un nuevo esquema alternativo para el aprendizaje.

Esta aplicación es el primer paso en el desarrollo de herramientas educativas en el ámbito de la salud y el progreso en la sistematización de la información de nuestra área en Colombia, este tipo de proyectos harán más accesible, difundible,

económica y eficiente la educación y consulta de información; sin embargo debe ser claro que la concepción de estos sistemas es solamente como apoyo didáctico e informativo, nunca se pretende reemplazar el criterio y la experiencia de los profesionales educadores y los profesionales clínicos de las diferentes especialidades en la toma de decisiones y elección de estrategias terapéuticas.

METODOLOGÍA

El diseño de la aplicación multimedia en la farmacología de los agentes antiinfecciosos β -lactámicos se realizó practicando las siguientes fases:

1. Selección de materiales adecuados, adquisición y análisis de la información acerca de la farmacología de los agentes β -lactámicos, obtenida de fuentes bibliográficas especializadas y actualizadas, incluyendo revisión histórica y evolutiva de los conceptos.
2. Consolidación de toda la información recolectada, complementando el tema, y organización de los datos de manera sistemática. Por definición, la farmacología es la ciencia que abarca el conocimiento de la historia, origen, propiedades físicas y químicas, asociaciones, efectos bioquímicos y fisiológicos, mecanismos de acción, absorción, distribución, biotransformación y excreción y utilización de los fármacos (4); bajo este marco conceptual se crea el campo de conocimiento específico sobre los fármacos para cumplir con las necesidades de aprendizaje; conforme al lineamiento conceptual anterior se organizó toda la información recolectada, en esta organización y jerarquización de la información se siguieron los lineamientos clásicos en la enseñanza de la farmacología, acorde los libros de texto y a las técnicas de enseñanza aplicadas en las cátedras magistrales, así como también evaluando las necesidades descritas por los propios especialistas durante el ejercicio clínico, inquietudes de común manejo durante la práctica farmacéutica hospitalaria.
3. Conceptualización, análisis y diseño del sistema de presentación de la información recopilada,

creación de la herramienta de transmisión más adecuada e implementación de ésta, cumpliendo con las necesidades requeridas en la aplicación informática final, principalmente las características multimedia, versatilidad, eficiencia y facilidad de uso.

4. Diseño global de las lecciones, fragmentación de los temas para facilitar la revisión y estudio, siguiendo los lineamientos del marco conceptual definido para el conocimiento de la farmacología. Creación y programación de cada tema hasta descomponerlo en pantallas (páginas) junto con las herramientas multimedia auxiliares para el aprendizaje, como: imágenes, animaciones, elementos interactivos, sonidos, etc.

5. Desarrollo e implementación de una base de datos que incluye las características individuales de cada uno de los antibióticos β -lactámicos incluidos en el Plan Obligatorio de Salud -P.O.S.; esta base de datos hace parte de la aplicación final como módulo complementario.

6. Evaluación de la calidad y efectividad de la aplicación completa. Realización de una evaluación crítica de la aplicación final, tanto en el aspecto técnico (en cuanto a informática se refiere) como en el aspecto científico (en cuanto a la información incluida y el tratamiento de ésta). Los puntos fundamentales de consideración en la evaluación, se pueden agrupar en los siguientes bloques: Operación técnica del programa, Contenidos, Presentación, Documentación, Aspectos didácticos: nivel de dificultad, motivación, proceso de aprendizaje y efectividad. Para cumplir íntegramente con la revisión crítica fue preciso llevar a cabo un proceso completo de ejecución de la aplicación, valorándolo en el doble aspecto: usuario-alumno, para estudiar el comportamiento del programa en todas las ramificaciones posibles del mismo, y de usuario-profesor para poder valorar la calidad técnica, el enfoque educativo y demás aspectos enumerados anteriormente.

RESULTADOS

El resultado de este trabajo es un CD-ROM didáctico acerca de la farmacología de los agentes

antiinfecciosos β -lactámicos, con la finalidad de servir como apoyo en el aprendizaje para los estudiantes de las áreas afines a la salud y de consulta durante la práctica profesional de dichos especialistas. El CD-ROM contiene la totalidad de los tópicos que comprende el tema propuesto, conforme al marco conceptual de la ciencia farmacológica; se organizó la información fragmentándola para hacer más sencilla la revisión y jerarquizándola para facilitar el acceso a ésta.

El programa incluye la organización de estos agentes por subgrupos que comparten la misma clasificación pero que se diferencian en ciertas características particulares; así, los subgrupos tratados en el trabajo fueron: Penicilinas, Cefalosporinas, Carbapenemas, Monobactámicos, Inhibidores de β -lactamasas (Figura 1), relacionando temas específicos para cada uno como son: Historia, Química, Microbiología, Mecanismo de Acción, Mecanismo de Resistencia Bacteriana, Farmacología General, Farmacocinética General, Reacciones Adversas, Utilización (Figura 2); acompañando siempre toda la información de elementos multimedia para el apoyo didáctico, la aplicación final contiene cerca de 150 gráficas, 60 imágenes interactivas que responden a las necesidades de conocimiento del estudiante, 20 animaciones que explican procesos críticos y 100 definiciones de conceptos que representan cierta dificultad en el aprendizaje, todos estos, elementos que se integran en aproximadamente 160 pantallas "páginas" que presentan la información (Figura 3).

Como componente final del programa didáctico se desarrolló una base de datos que contiene información particular de los fármacos individuales incluidos en el Plan Obligatorio de Salud – P.O.S, definiendo específicamente para cada agente características como: Concentraciones Mínimas Inhibitorias contra diferentes microorganismos, Indicaciones, Características Farmacocinéticas como: absorción, distribución, metabolismo, eliminación, Concentraciones plasmáticas alcanzadas, tiempo de vida media, volumen de distribución, unión a proteínas, también Condiciones de Utilización: dosis usual, ajuste de dosis, efectos

adversos, contraindicaciones, además de presentación farmacéutica y estabilidad (Figura 4).

El programa se ejecuta bajo ambiente Windows, aprovechando todas sus características gráficas y con las mismas reglas de operación, es posible ejecutarlo en cualquiera de las versiones de Windows 9.x.

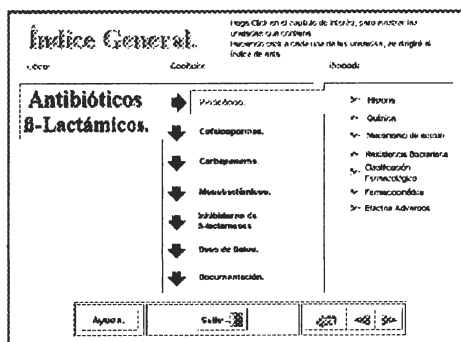


Figura 1: Índice general de la aplicación, obsérvese los subgrupos de los agentes β -lactámicos tratados en la aplicación y la localización de los diferentes complementos, como son la base de datos de agentes individuales y las referencias bibliográficas.

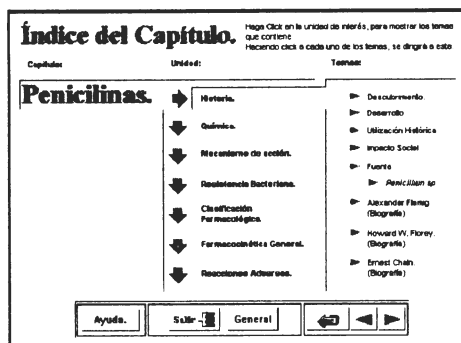


Figura 2. Índice particular del subgrupo de Penicilinas, obsérvese los tópicos tratados para cada uno de los subgrupos de los agentes β -lactámicos.

Penicilinas. Mecanismo de acción: 6/14 **Biosíntesis de Peptidoglicano.**

La tercera y última etapa, se refiere a la incorporación del nuevo peptidoglicano al ya existente, que involucra la terminación del **enlace cruzado** mediante una reacción de **Transpeptidación** que ocurre fuera de la membrana celular, en esta reacción se pueden involucrar diferentes tipos de enzimas, principalmente la **enzima transpeptidasa** que se encuentra unida a la membrana, así como también las **D,D-carboxipeptidasas** y las **peptidoglicano-endopeptidasas**. El residuo glicina terminal del puente pentáglico está unido al cuarto residuo terminal de pentapéptido (D-Ala), liberando el quinto residuo (también D-Ala) (Ver estructura del peptidoglicano)

Detección de Transpeptidación.

En la tercera etapa de polimerización, se incorpora la nueva unidad de peptidoglicano al peptidoglicano ya existente, con formación del puente cruzado que le confiere la rigidez característica, a través de reacciones de transpeptidación.

Salir | General | Capítulo | Inicio | Anterior | Pasa | Siguiente | Fin

Figura 3. Tercera etapa de la biosíntesis de peptidoglicano, obsérvese en el extremo izquierdo la explicación textual del proceso (con hipervínculos para más información relacionada) y en el extremo derecho la utilización de un elemento multimedia, animación esquemática del proceso, como complemento para el aprendizaje.

Base de Datos. Ceftriaxona

Categoría y Farmacología: Farmacéutica. Utilización. Forma Farmacéutica.

Grupo: Cefalosporina de tercera generación

Concentraciones Inhibitorias Mínimas:

Microorganismo:	mg/ml
Staphylococcus aureus	4.0
Staphylococcus epidermidis	16
Staphylococcus pyogenes	0.03
Neisseria meningitidis	0.1
Escherichia coli	0.1
Klebsiella pneumoniae	0.1
Serratia marcescens	4.0
Pseudomonas aeruginosa	>32
S. fragilis	>64

Concentraciones Plasmáticas:

Se alcanzan picos de 40-45 mg/mL que se obtienen de 2-3 horas después de una inyección IM de 500 mg.

Por infusión IV de 30 minutos se obtienen concentraciones de 150 mg/mL.

Indicaciones:

Es el agente más potente contra N. meningitidis y N. gonorrhoeae, con un CIM50 de 0.25 mg/mL.

Una dosis única de 250 mg es efectiva en el tratamiento de la gonorrea, incluida la causada por subtipos productores de beta-lactamasa.

Anterior Medicamento.

Salir | Índice General | Ayuda | Buscar. | Anterior | Siguiente

Figura 4. Base de datos de las características individuales de los agentes β -lactámicos incluidos en el P.O.S.

BIBLIOGRAFÍA

1. Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99. © 1993-1999, "Educación", Microsoft Corporation.
2. B. Chan, "The Digital Revolution of Medical Education". Stanford University School of Medicine., December 1997, pp. 65-73.

3. A. Goodman, "The Pharmacological Basis Of Therapeutics" 9th Ed., McGraw-Hill, Health Professions Division, United States of America, 1996, pp. 1095, 1098, 1109, 1141-1168.
4. G. Gómez P., C. Pacheco P. "Resistencia Bacteriana a los Antibióticos y el uso del Sulbactam y el Ácido Clavulánico como inhibidores suicidas de las β -lactamasas.", Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Farmacia. Santafé de Bogotá, 1991, pp. 33, 41, 58-72.
5. G. Mandel, D. Gordon, J. Bennett, "Terapia Antiinfecciosa. Enfermedades Infecciosas Principios y Práctica.", Ed. Médica Panamericana. 3^a Ed., 1991, pp. 214-215, 230-232, 234, 240-255, 256-265, 268-273.
6. B. Gerena U., "Diseño de un programa de educación para la promoción del uso racional de Antibióticos en atención primaria. Hospital Pablo VI", Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Farmacia. Santafé de Bogotá, 1998, pp. 84-96.
7. R. Berkow, A. Fletcher, "El Manual Merk de Diagnóstico y Terapéutica." 9 Ed. española. 1994, pp. 87, 123, 154-162.
8. M. González, "Políticas y estrategias para el uso prudente de antibióticos", Tesis de Postgrado en Farmacología, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, 1994, pp. 78-89.
9. Ma. C. Baracaldo C., "Detección de errores de medicación en la administración de medicamentos en el Hospital Pediátrico Universitario de la Misericordia en los servicios de Pensionados, Médicas, Infectología y Quirúrgicas". Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Farmacia. Santafé de Bogotá, 1997, pp. 35, 59-62.
10. de Vries TP, Henning RH, Hogerzeil HV, Bapna JS, Bero L, Kafle KK, Mabadeje Af, Santos B, Smith AJ. - "Impact of a short course in pharmacotherapy for undergraduate medical students: an international randomised controlled study." *Lancet* 346:1454-7, (1995 December 2.)
11. A. Oliva, J. Gutiérrez, D. López, V. Torrecilla, "El Mundo de la Enseñanza Asistida por Ordenador". Universidad de Castilla La Mancha, Escuela Universitaria de Magisterio de Toledo, España, - 1998, pp. 27-33.
12. H. Lehmann, C. Lehmann, J. Freedman, "The Use of Simulations in Computer-Aided Learning Over the World Wide Web", Johns Hopkins School of Medicine, December 1997, pp. 38-47.