



INVESTIGACIÓN ORIGINAL

EVALUACIÓN DE LA OPINIÓN DE ESTUDIANTES DE FARMACIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS BASADAS EN COMPUTADOR PARA EL PROCESO ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA FARMACOLOGÍA EXPERIMENTAL

Pharmacy student's opinion about the implementation of computer based alternatives on experimental pharmacology learning-teaching process

María Cristina González Guevara¹, Martha Losada Camacho²,
Giovanny Garavito Cárdenas³,

1. MD, MSc. 2. QF, MSc 3. QF, MSc, PhD.

Departamento de Farmacia, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Correspondencia: ggaravitoc@unal.edu.co

Resumen

Antecedentes. Actualmente el uso del animal de laboratorio en educación está siendo eliminado a nivel mundial y se buscan otras estrategias que permitan sustituirlo, pues no hay evidencia de que los estudiantes formados con métodos alternativos sean menos calificados.

Objetivo. Contrastar la opinión de los estudiantes de farmacología, carrera de Farmacia Universidad Nacional de Colombia, sobre la implementación de un software interactivo en comparación con el montaje de órgano aislado.

Material y métodos. Se comparó un recurso pedagógico usando animales en el laboratorio, con otro recurso basado en un software interactivo, para la práctica de “órgano aislado en intestino de roedor” por medio de la aplicación de una encuesta a estudiantes de séptimo semestre.

Resultados. La opinión de los estudiantes, en una escala de uno a cinco, es que existen ventajas del montaje de órgano aislado sobre el software interactivo (p menor que 0,05) en cuanto al aporte de información (mediana 5:4 respectivamente), la integración de conocimientos (mediana 5:4) y la interpretación de datos inesperados (mediana 4:3). En cuanto a la claridad de la información obtenida la apre-

ciación de los estudiantes muestra que no existen diferencias entre las dos alternativas (mediana 4). La utilización del animal involucra un costo ético (67%) que no se da con el empleo del software (27%). Finalmente es muy alta la aceptación del software interactivo como una ayuda eficaz para el aprendizaje de la farmacología (77%) y es notorio el interés de los estudiantes en que éstas alternativas sean implementadas en otras asignaturas (79%).

Conclusión. Los estudiantes opinan que, aun cuando pueden perderse algunos componentes de la práctica con la implementación del software interactivo (conocimiento del montaje real, enfrentamiento a las dificultades propias de la experimentación con seres vivos y acercamiento al proceso dinámico de la vida), no hay diferencias relevantes entre los dos recursos de enseñanza.

Palabras clave: enseñanza, farmacología, materiales de enseñanza, multimedia, programas informativos, alternativas de pruebas en animales.

González MC, Losada M, Garavito G. Evaluación de la opinión de estudiantes de farmacia sobre la implementación de alternativas basadas en computador para el proceso enseñanza-aprendizaje de la farmacología experimental. *Rev.Fac.Med.* 2008; 56: 43-53.



Summary

Background. Nowadays the usage of lab animals in education is being eliminated all around the world. Other strategies are looked for to replace it because there is not any evidence that students trained using other alternatives are less qualified.

Objective. The purpose of this research work was to contrast the opinion of the pharmacology students of Pharmacy, *Universidad Nacional de Colombia*, about the implementation of interactive software compared to the isolated tissue technique.

Material and methods. This study compared teaching material which uses lab animals to another one based on an interactive software for the isolated tissue of rodent intestine by means of a survey applied to the seven semester students.

Results. Student's opinion, in scale 1 to 5, is that there are advantages of the isolated tissue technique over the interactive software ($p < 0,05$) with respect to information contribution (median 5:4 respectively), knowledge integration (median 5:4) and unexpected results

interpretation (median 4:3). In relation to obtained information clarity, student's opinion shows that there aren't differences between the two alternatives (median 4). The use of laboratory animal implies an ethical cost (67%) that doesn't exist with the use of interactive software (27%). Finally, is high the acceptance of interactive software as an effective tool in pharmacology learning (77%) and is noticeable the student's interest about this alternative being used in other courses (79%).

Conclusion. Even though some components of the practice can be lost using the interactive software; real assembly knowledge, confrontation to the difficulties of experimentation with alive beings and approximation to life dynamic process. The students think that there are not relevant differences between this two teaching materials.

Key words: teaching, pharmacology, teaching materials, multimedia, software, animal testing alternatives.

González MC, Losada M, Garavito G. Pharmacy student's opinion about the implementation of computer based alternatives on experimental pharmacology learning-teaching process. *Rev.Fac.Med.* 2008; 56: 43-53.

Introducción

A pesar de los esfuerzos de algunos profesores y de la promoción de entidades interesadas en la aplicación del concepto de reemplazo, gran número de animales de laboratorio aún se emplean cada año en educación superior estimándose que aproximadamente el uno por ciento de los animales de laboratorio son utilizados en el aula (1). Las alternativas basadas en tecnología que apoyan el reemplazo están a la vanguardia de estos esfuerzos. Muchas de estas alternativas computarizadas fueron desarrolladas a comienzos de los años noventa (2). Sin embargo, los cambios rápidos en las tecnologías empleadas en su desarrollo y aplicación han limitado su empleo, en ocasiones haciéndolos obsoletos

(Ejemplo. Cambio de plataforma en el software) a pesar de que su contenido y diseño educativo siguen siendo válidos. Actualmente estos modelos presentan más amplia compatibilidad y un entorno más amigable (3). El uso del animal de laboratorio en educación ha sido seriamente criticado en las últimas décadas llegando a ser considerado injustificado, salvo contadas excepciones (cuando su empleo es absolutamente necesario para los propósitos de educación o entrenamiento y únicamente si el objetivo pedagógico no se puede alcanzar con el empleo de otro método, en estos casos se debe aplicar los principios de reducción y refinamiento) (2,4-6). En Colombia, la Ley 84 de 1989 (7) estableció en su artículo 15 la limitación al uso del animal de laboratorio en educación, concepto que fue pos-

teriormente ajustado en la Resolución 008430 de 1993 (8).

El conocimiento de los temas relacionados con la farmacología se constituye en una herramienta indispensable en el ejercicio de los profesionales de salud, siendo una temática fundamental en los programas académicos de formación en el pregrado. La farmacología en sentido estricto implica todos los aspectos relacionados con la acción del fármaco desde el origen, la síntesis, la preparación, las propiedades, las acciones desde el nivel molecular hasta el organismo completo, su manera de situarse y moverse en el organismo, las formas de administración, las indicaciones terapéuticas, interacciones y las acciones tóxicas.

La enseñanza de la farmacología, como asignatura compleja genera en los docentes inquietudes acerca de cómo mejorar la práctica educativa (9). Las metodologías de enseñanza, aunadas a los avances de la ciencia y la tecnología, representan una alternativa plasmada en el Proyecto pedagógico de investigación titulado “Actualización de las tecnologías existentes en el departamento de farmacia de la Universidad Nacional para la enseñanza de la farmacología” (2002). Dentro de las metodologías planteadas se encuentra la demostración que tiene, entre otros, los objetivos de esclarecer, suplementar y puntualizar la presentación oral de un tema tratado teóricamente (10). La demostración representa una herramienta fundamental para la enseñanza de la farmacología.

Esta reflexión toma especial importancia cuando se trata de prácticas de laboratorio en asignaturas biomédicas que implican el empleo de animales. Sobre este aspecto se han desarrollado las denominadas “alternativas”, que son estrategias pedagógicas cuyo principal objetivo es evitar el empleo de animales de laboratorio, al

enseñar procedimientos y destrezas importantes para el desarrollo de actividades investigativas, manteniendo la calidad de la educación, a la vez que implica proponer la reflexión sobre principios bioéticos y dar herramientas al estudiante para formar criterios y valores. El empleo de alternativas en educación no implica el impedimento del uso de animales en este ámbito, es así que se emplean animales de manera “modificada”, como por ejemplo el empleo de especies de menor escala filogenética y sistemas *in vitro*, entre otros, así como el uso de modelos computarizados, de los que existen simulaciones interactivas de experimentos (9,11). Estas estrategias computarizadas presentan ventajas, desventajas y limitaciones en la didáctica, pero se han constituido en herramientas importantes para el reemplazo del empleo de animales, apoyando la aplicación de los principios de reemplazo, reducción y refinamiento de Rusell y Bursh (las “3 Rs”) en el uso de los animales de laboratorio (12).

Para asegurar el éxito académico al implementar alternativas libres de animales en educación superior es importante considerar los fundamentos sobre fisiología que el grupo de estudiantes posee, el empleo de dichas alternativas en el contexto adecuado y la selección del medio apropiado (3,13,14). Los modelos de simulación en computador han sido particularmente exitosos a nivel mundial (2,15), logrando en gran medida el reemplazo de los animales de laboratorio dentro de la nueva concepción de educación y permitiendo entre otros: alcanzar los objetivos de aprendizaje de manera mas conveniente; repetir el experimento cuantas veces sea necesario, ya que estos modelos pueden ser reutilizados muchas veces por el estudiante permitiéndole progresar a su propia marcha, pudiendo cometer errores que no implican sacrificio de animales e incluso regresando sobre su propia ejecución del modelo de simulación (corrigiendo sus



propias decisiones, repitiendo parte de los experimentos y evitando la experiencia negativa en el aprendizaje que se genera con un experimento fallido); permitir al estudiante realizar su autoevaluación respecto a la asimilación de los conceptos; ahorrar tiempo y dinero (2,3,14). Estos programas llevan al estudiante a dirigir activamente el experimento simulado sin limitaciones de tiempo o espacio y se consolidan como una respuesta al creciente número de estudiantes que demandan por una educación humanitaria (14,16,17).

Actualmente en el departamento de farmacia de la Universidad Nacional de Colombia (DFUNC) son pocas las asignaturas en las que tanto el profesor como los estudiantes emplean las nuevas tecnologías interactivas (de la información y la comunicación) como apoyo didáctico. Una de las estrategias aplicables al proceso pedagógico de la carrera de farmacia, definida dentro de los diferentes procesos de autoevaluación heteroevaluación y acreditación es *“...iniciar el diseño de herramientas interactivas tales como software, que faciliten acercar al estudiante a la aplicación de nuevas tecnologías y fortalecer las metodologías de autoformación hasta ahora empleadas...”*

Este reporte presenta los resultados de un estudio diseñado con el objetivo de establecer el impacto en la opinión de los estudiantes de la asignatura “Laboratorio de farmacología II” al reemplazar el animal de laboratorio por un simulador (Software Interactivo) en el desarrollo de la práctica “Órgano Aislado” (18,19) durante el año 2006.

Material y métodos

Se realizó un estudio transversal descriptivo, durante el primero y segundo semestres académicos

del año 2006. Esta asignatura es desarrollada por profesores adscritos al DFUNC en dedicación tiempo completo.

Al iniciar el semestre los estudiantes se inscriben en uno de los dos grupos de laboratorio programados para la asignatura, que se realiza semanalmente en días diferentes (miércoles o viernes). Se seleccionó una muestra de estudiantes que cursaron esta asignatura. Se establecieron como criterios de inclusión ser estudiante de farmacia y cursar el laboratorio de farmacología II durante el segundo semestre del año 2006; como criterios de exclusión se definieron los estudiantes que no asistieron a alguna de las dos prácticas y los estudiantes que estaban repitiendo la asignatura.

Los recursos de enseñanza comparados fueron: montaje de órgano aislado (MOA) y un Software interactivo (SI). Para la práctica MOA se utilizó un fisiógrafo DMP-4A serie 670 (Narco Bio-Systems Inc., Houston, TX) con acople a línea de registro y al respectivo montaje de baño de órganos (obtención de gráficas en papel milimetrado). En la práctica con SI se utilizó un computador (hp Compaq nx6125) con plataforma Windows® XP; software Ileum 3.0, (The Guinea-Pig Ileum Simulation Biosoft®) con acople a proyector LCD para su visualización en el laboratorio. Este software permite la obtención de registros en pantalla imprimibles.

Se asignó la aplicación de los recursos en forma aleatoria bajo un diseño cruzado; la primera semana el grupo del miércoles realizó la práctica con SI en tanto que el grupo del viernes desarrolló la práctica con MOA; la semana siguiente cada grupo empleó el otro recurso, buscando que todos los estudiantes pasaran por los dos recursos de enseñanza, para así poder medir su opinión de cada uno de ellos y de esta manera asegurar los logros académicos al garantizar para

cada grupo el desarrollo de la práctica establecida para el curso con el MOA.

Como instrumento de recolección de datos para evaluar la opinión de los estudiantes frente a los dos recursos se diseñó una encuesta preliminar que fue sometida a consideración de varios docentes de farmacología de la Universidad Nacional de Colombia y con la que se realizó una prueba piloto, aplicándola a los estudiantes que cursaron la asignatura durante el primer semestre del año 2006. Una vez analizada la prueba piloto, la encuesta se ajustó hasta el formato final con dos preguntas abiertas y seis de selección para establecer: ventajas y desventajas de las dos técnicas, comprensión del alcance de cada método, percepción del costo ético, claridad de la información obtenida, aporte en información, integración de conocimientos, interpretación de datos inesperados y aceptación de cada estrategia.

La encuesta fue anónima, se aplicó a todos los estudiantes de la asignatura y además establecía, dentro de los datos generales, la condición de estar repitiendo o no la asignatura. Una vez recolectada la información se realizó el proceso de lectura, codificación, categorización y análisis de la información. El análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva empleando los programas Excel® (2003) y MINITAB® (versión 14). Se analizó las diferencias en las respuestas a través de pruebas de comparación de medianas (Mann-Whitney-Wilcoxon).

Resultados

Para el segundo semestre de 2006, el primer grupo (día miércoles) estaba conformado por 37 estudiantes mientras que el segundo grupo (día viernes) lo integraban 36. La muestra de estudio fue de 53 estudiantes con edades entre los 20 y 27 años, promedio 22.3 años. El 70 por

ciento (37/53) son de género femenino y el 30 por ciento (16/53) masculino.

Ventajas y desventajas del montaje de órgano aislado frente al software interactivo.

Las respuestas a la pregunta abierta: “Señale ventajas y desventajas comparativas entre los métodos que se utilizaron en el laboratorio para el estudio de las sustancias que actúan sobre músculo liso gastrointestinal” fueron categorizadas como aparece en la tabla 1.

En relación al MOA los estudiantes manifestaron como mayor ventaja el permitir observaciones *in vivo*, como una mayor aproximación a la realidad de lo que está sucediendo con el órgano, seguido de su capacidad para aportar información sobre la actividad farmacológica de la sustancia e inferir sobre el mecanismo de acción y permitir una mayor conceptualización de los efectos agonistas y antagonistas de las sustancias; en último término aparece la capacidad del modelo para evaluar sustancias nuevas o desconocidas, aspecto que no es posible evaluar en el simulador, ya que sólo permite observar la acción de las sustancias que le fueron programadas. El 27 por ciento de las respuestas (16/60) en este aspecto fueron categorizadas como “otros” debido a la no claridad en la respuesta reportada. Por el contrario reportan como mayor desventaja de esta estrategia la necesidad de emplear animales, seguido de la complejidad propia del montaje, el alto número de variables a controlar que distraen del objetivo de la práctica, el tiempo gastado para poner en funcionamiento el montaje y la mala visualización de las respuestas (Tabla 1).

En cuanto al SI, Tabla 1, su mayor ventaja refleja la mayor desventaja del MOA, evitar el empleo de animales de laboratorio, seguido de la facilidad de manejo y el ahorro en tiempo que



Tabla 1. Respuestas sobre ventajas y desventajas

MONTAJE DE ÓRGANO AISLADO (MOA)		SOFTWARE INTERACTIVO (SI)	
VENTAJAS		VENTAJAS	
Categoría	Frecuencia %	Categoría	Frecuencia %
Observaciones <i>in vivo</i> , capacidad de permitir una mayor aproximación a la “realidad” de lo que está sucediendo con el órgano.	22/60 (37)	Evita uso de animales.	39/99 (39)
Permite evaluar sustancias nuevas o desconocidas.	6/60 (10)	Mejor visualización de respuestas.	8/99 (8)
Aporta información sobre el efecto farmacológico y mecanismo de acción.	16/60 (27)	Facilidad de manejo y posibilidad de repetir.	19/99 (19)
Otros	16/60 (27)	Ahorro de tiempo (rapidez).	20/99 (20)
		Facilidad de aprendizaje (didáctico y demostrativo).	7/99 (7)
		Otros	4/99 (4)
DESVENTAJAS		DESVENTAJAS	
Categoría	Frecuencia %	Categoría	Frecuencia %
Uso de animales	33/85 (39)	Limitado número de sustancias a ensayar	10/70 (14)
Complejidad en el montaje	24/85 (28)	No refleja realidad	17/70 (24)
Tiempo gastado	12/85 (14)	No evalúa sustancias nuevas	8/70 (11)
Mala visualización de respuestas	8/85 (9)	Monótono	3/70 (4)
Otros	8/85 (9)	Inexactitudes y limitaciones del sistema	24/70 (34)
		No se estudia el montaje	2/70 (3)
		Otros	6/70 (9)

reflejan los inconvenientes del MOA debidos a lo complejo de su funcionamiento; los aspectos de mejor visualización de las respuestas obtenidas y la facilidad de aprendizaje son también reportados. En cuanto a las desventajas priman las inexactitudes y limitaciones del sistema, reportando que no permite aplicar simultáneamente dos sustancias y no es muy sensible a los cambios entre sinergistas, entre otras respuestas. Otra desventaja reportada repetidamente es que el SI no refleja la realidad, adicional a que es limitado el número de sustancias a ensayar y su incapacidad de evaluar sustancias nuevas o desconocidas. Finalmente reportan monotonía en la práctica e imposibilidad de ver el montaje que se emplea para este modelo farmacológico.

Opinión respecto al costo ético

La pregunta “¿Cuál es su percepción respecto al costo ético de la utilización de estas dos técnicas en docencia?” dio origen a diversas respuestas dentro de las que se destaca un 67 por ciento (40/60) que consideraron existe un costo ético al emplear el MOA (Figura 1); de este porcentaje un 45 por ciento (27/60) menciona que el empleo del montaje en docencia tiene un costo ético bajo pero justificable, en tanto que el 22 por ciento (13/60) restante considera injustificable el uso de animales con expresiones como: “algunas veces no se hace necesario el sacrificio de animales para aprender”, “creo que no justifica sacrificar un animal para

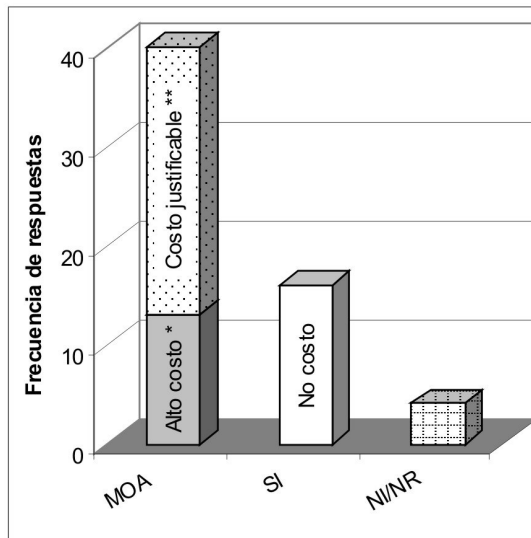


Figura 1. Percepción costo ético de las estrategias evaluadas. MOA: Montaje de órgano aislado; SI: Software interactivo; NI/NR: No interpretable/no responde; * Alto costo ético no justificable en docencia; ** Costo ético bajo justificable.

la causa conociendo que existen métodos de reemplazo a partir de los cuales se pueden obtener los mismos resultados” y “no me parece que si es con el fin de enseñar o aplicar sustancias que previamente han sido evaluadas y no con fines investigativos, se justifique el uso de animales”.

Un 27 por ciento (16/60) de las respuestas expresan que el SI tiene un bajo costo ético o ningún costo, afirmando entre otros: “es mejor usar software ileum sobre todo para la enseñanza”, “seria mejor el software ileum como alternativa de reemplazo” y “por ética el software ileum por que no hay sacrificio de animales”. Finalmente un siete por ciento (4/60) de las respuestas no fueron interpretables o no hubo respuesta.

En general los estudiantes consideran que existe un costo ético al emplear el MOA (67%) y que el uso del SI no presenta costo (27%), luego la opinión de los estudiantes apoya el uso del SI

en lo que tiene que ver con el uso de animales en educación. Destaca un 45 por ciento de las respuestas que justifican el uso del MOA para la docencia, consecuencia de que “es una buena técnica de reducción” que en principio, con el empleo de un sólo animal, permite realizar varios montajes utilizando de forma eficiente los órganos obtenidos y evitando el sacrificio de muchos animales. Adicionalmente, el desarrollo de la práctica empleando un animal permite que simultáneamente los estudiantes puedan observar la anatomía al diseccionar el cadáver, lo cual tiene un alto impacto en ellos al realizar este tipo de procedimientos.

Opinión respecto a la claridad y el aporte de la información, la integración de conocimientos y la interpretación de datos inesperados del montaje de órgano aislado frente al software interactivo

Estas preguntas fueron calificadas en una escala de 1 a 5 (siendo la mayor calificación 5) (Figura 2). En general no se encuentran diferencias significativas entre los dos grupos (MOA vs. SI) respecto a la claridad de la información obtenida (mediana 4), pero si en cuanto a los otros aspectos evaluados: aporte de información (mediana 5:4 respectivamente), integración de conocimientos (mediana 5:4) e interpretación de datos inesperados (mediana 4:3), favoreciendo al MOA ($p < 0.05$). Se debe considerar que actualmente la posibilidad de manipulación directa de los dos recursos de enseñanza por parte de los estudiantes es limitada, debido a que se emplea un sólo experimento MOA o una sola presentación del SI proyectado en LCD para todo el grupo, además del impacto que tiene la disección y obtención del segmento intestinal, mencionado anteriormente.

Estas calificaciones muestran una buena opinión de parte de los estudiantes frente a los dos recursos de enseñanza.

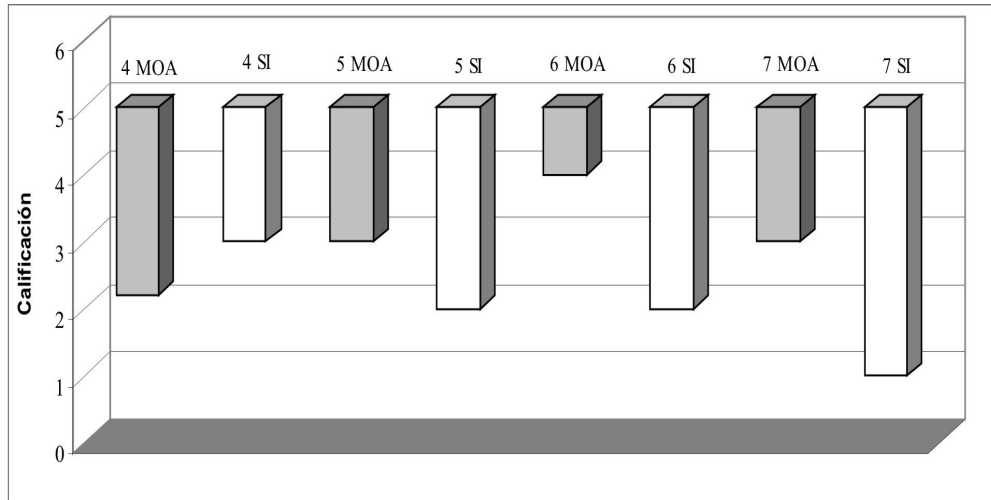


Figura 2. Percepción respecto a la claridad, el aporte de información, la integración de conocimientos y la interpretación de datos inesperados. ■ Montaje de Órgano Aislado, □ Software Interactivo. Las barras ilustran el 80% de las respuestas (Percentil 10 a percentil 90); * $p < 0.05$ (Mann-Whitney-Wilcoxon).

Opinión respecto al aporte de los programas de computación en el aprendizaje de la farmacología y la posibilidad de que estos recursos interactivos sean empleados en otras asignaturas

El 77 por ciento de los estudiantes (41/53) considera a los programas de computación una ayuda eficaz para el aprendizaje de la farmacología otorgándole calificaciones de cuatro y cinco a este parámetro, un 15 por ciento (8/53) otorgó una calificación de tres y un ocho por ciento (4/53) no considera esta alternativa eficaz otorgándole una calificación de dos. Es amplia la aceptación de esta alternativa por parte de los estudiantes.

En cuanto a la posibilidad de que estos recursos de enseñanza sean empleados en otras asignaturas, se encuentra que al 79 por ciento de los estudiantes (42/53) les gustaría, otorgándole calificaciones de cuatro y cinco a este parámetro, un 15 por ciento (8/53) otorgó una calificación indiferente de tres y únicamente a un seis por ciento (3/53) no les gustaría otor-

gándole una calificación de dos. Nuevamente es amplia la aceptación de estas alternativas por parte de los estudiantes evidenciando la conveniencia de extender su utilización a otras asignaturas de la carrera.

Discusión

La evaluación de la opinión de los estudiantes de farmacia acerca del empleo de alternativas en la enseñanza de la farmacología experimental ha sido reportada por otros autores. Wang (14) encontró que en general los estudiantes expresan que con los simuladores se logra alcanzar los objetivos de aprendizaje, hay mayor entendimiento del tema y los prefieren en lugar de experimentos que empleen animales. Se debe tener en cuenta que para ese estudio los estudiantes no tuvieron la oportunidad de contrastar el modelo virtual frente al MOA pues sólo fueron sometidos a la experiencia virtual, al igual que otros estudios reportados en los que se empleaba solo una de las dos alternativas (17). En contraste, el diseño del presente estudio buscaba

que los estudiantes fueran expuestos a los dos tipos de recursos pedagógicos y pudieran compararlos sobre su experiencia, al contestar la encuesta, logrando así una evaluación individual de la práctica.

Otras experiencias han mostrado la efectividad de estas alternativas interactivas como herramienta de apoyo complementario al desarrollo de la práctica de farmacología experimental, permitiendo manejar el impacto negativo en la motivación del estudiante generado por la alta variabilidad en los resultados de los experimentos. Esta variabilidad es inevitable en cuanto a la variabilidad biológica (inter e intra tejido); pero depende de restricciones ajenas al experimento en cuanto a la necesidad de terminar la experiencia en el período limitado de una clase (tres horas) y la inexperiencia y falta inicial de destreza asociada con las primeras etapas del aprendizaje los cuales comprometen la reproducibilidad del experimento (2). Estos hallazgos coinciden con experiencias previas de nuestro equipo al emplear el MOA.

La experiencia reportada a nivel nacional sobre el empleo de simuladores en la enseñanza de la farmacología es escasa (20). En otros campos de la enseñanza han sido publicadas diversas experiencias sobre la aplicación de herramientas didácticas interactivas en el proceso enseñanza - aprendizaje resaltando la importancia de este tema en la actualidad. A partir de la diversidad de estas experiencias se puede llegar a concluir que, en general, la inclusión de estas alternativas facilita el desarrollo de las capacidades individuales de los estudiantes estimulando su disciplina en la autoformación, permitiéndoles avanzar a su propio ritmo y autoevaluar su desempeño (21).

La evaluación general de la opinión de los estudiantes, en el presente estudio, frente a la

implementación de este recurso de enseñanza muestra en principio que se pueden perder componentes importantes de la práctica como el conocimiento del montaje real, el enfrentamiento a las dificultades propias de la experimentación con seres vivos acrecentando su capacidad de resolver problemas y el acercamiento al proceso dinámico de la vida. Algunos de estos componentes pueden ser compensados mediante una amplia revisión por parte de los estudiantes y una discusión previa con el profesor en relación al montaje real utilizado en investigación, esta etapa puede ser apoyada, entre otros, con el empleo de un video de la experiencia real estos hallazgos son coincidentes con lo reportado por Wang (14).

El MOA es mejor valorado por los estudiantes en cuanto al aporte de información, la integración de conocimientos y la interpretación de datos inesperados. Los aspectos relacionados con la claridad de la información obtenida no presentaron diferencias relevantes de acuerdo con la opinión de los estudiantes. Llama la atención la mayor valoración reportada para el MOA en cuanto al aporte de información; teniendo en cuenta que con el SI se abordaron conceptos como curvas dosis respuesta y cálculo de concentración efectiva 50 (CE_{50}), que no alcanzaban a ser cubiertos con el empleo del MOA, por limitaciones de tiempo y calidad de los registros obtenidos. En cuanto a la integración de conocimientos nuestros resultados contrastan con lo reportado por Wang (14) en cuyo trabajo los estudiantes consideran que los simuladores les ayudan a entender mejor la farmacología, este resultado puede ser explicado por la realización de la práctica en forma individualizada en ese estudio.

Es alta la aceptación del SI como una ayuda eficaz para el aprendizaje de la farmacología y el interés en la utilización de programas de computador en otras asignaturas.



Conclusiones

La evaluación general de la opinión de los estudiantes frente a la implementación del software interactivo, como recurso de enseñanza, muestra que se pueden perder algunos componentes importantes de la práctica de “órgano aislado”.

Los estudiantes opinan que la utilización del animal involucra un costo ético, que no se da con el empleo del software.

No se presentan diferencias significativas de acuerdo con la opinión de los estudiantes en cuanto a la claridad de la información obtenida.

El MOA es mejor valorado por los estudiantes en cuanto al aporte de información, la integración de conocimientos y la interpretación de datos inesperados.

Los estudiantes consideran que los programas de computador son una ayuda eficaz para el aprendizaje de la farmacología y les gustaría que fueran utilizados en otras asignaturas.

Agradecimientos

El presente trabajo se desarrolló como parte de las actividades del proyecto pedagógico de investigación “Actualización de las tecnologías existentes en el departamento de farmacia de la Universidad Nacional para la enseñanza de la farmacología” financiado por la División de Investigación Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia (UNC). Los autores expresan sus agradecimientos a los docentes del Área de farmacología DFUNC, a los estudiantes que cursaron la asignatura, a los profesores María Luisa Cárdenas Unidad de Farmacología, Facultad de Medicina UNC y Juan Gabriel Barrera por sus observaciones y al departamento de estadística UNC.

Referencias

1. **Dewhurst D.** Computer-based alternatives in higher education past, present and future. *ALTEX*. 2006; 23: 197-201.
2. **Sewell RDE, Stevens RG, Lewis DJA.** Pharmacology Experimental Benefits from the Use of Computer-Assisted Learning. *Am J Pharm Educ*. 1996; 60: 303-07.
3. **Valk JVD, Dewhurst D, Hughes I, Atkinson J, Balcombe J, Braun H, et al.** Alternatives to the Use of Animals in Higher Education: The Report and Recommendations of ECVAM (European Centre for the Validation of Alternate Methods) Workshop 33. *Altern Lab Anim*. 1999; 27: 39-52.
4. **Cheong J.** The use of animals in medical education: A question of necessity vs. desirability. *Theor Med*. 1989; 10, 53-7.
5. **Gruber FP, Dewhurst D.** Alternatives to animal experimentation in biomedical education. *ALTEX*. 2004; 21: 33-48.
6. CNRS. Centre national de la recherche scientifique, Département sciences de la vie. *Le point limite en expérimentation animale*. Paris: JV Impression; 2002: 5-8.
7. Congreso de Colombia. Ley 84 de 1989, Estatuto nacional de protección de los animales», *Diario oficial* 39.120, Bogotá, diciembre 27 de 1989.
8. Republica de Colombia, Ministerio de Salud. Resolución N° 008430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, Bogotá, 4 de octubre de 1993.
9. **Hughes IE.** Changes in Use of Technological Methods of Teaching and Learning in Undergraduate Pharmacology in UK Higher Education. *Bioscience Education e-journal*. 2003; 1(1): 1-7.
10. **Pinilla AE.** Innovaciones metodológicas. En Pinilla AE, Sáenz ML, Vera L. eds *Reflexiones sobre Educación Universitaria I*. Segunda edición. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos; 2003:111-125.
11. **Vargas O.** Estrategias de reemplazo en investigación y docencia. Tesis de Químico Farmacéutico, Universidad Nacional de Colombia, 1998:50 - 97.
12. **Russell WMS, Burch RL.** The principles of humane experimental technique. Methuen and Co. London. 1959: 238.
13. CNRS. Centre national de la recherche scientifique,

- Département sciences de la vie. Expérimentation animale, guide pratique. Paris: JV Impression; 2003: 5-10.
14. **Wang L.** Computer-simulated pharmacology experiments for undergraduate pharmacy students: experience from an Australian university. *Indian J Pharmacol.* 2001; 33: 280-82.
 15. **Patronek GJ, Rauch A.** Systematic review of comparative studies examining alternatives to the harmful use of animals in biomedical education. *J Am Vet Med Assoc.* 2007; 230: 37-43.
 16. **Balcombe J.** Dissection: The Scientific case for Alternatives. *J Appl Anim Welf Sci.* 2001; 4: 118-26.
 17. **Hughes IE.** Do computer simulations of laboratory practicals meet learning needs?. *Trends Pharmacol Sci.* 2001; 22: 71-4.
 18. **Burn JH.** *Prácticas de Farmacología.* Acribia. Zaragoza; 1957: 23-7.
 19. CYTED. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, Subprograma X química fina farmacéutica, Manual de técnicas de investigación, CYTED, 1995:157-58.
 20. **Restrepo JG.** Modelos de simulación en salud una alternativa para la docencia. *Iatreia.* 1997; 10: 160-63.
 21. **Lapidus HA.** Construcción de un ambiente interactivo para la asistencia en línea al aprendizaje de la armonía musical. En: Hernández G, Vargas FA. eds *Experiencias significativas en innovación pedagógica.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos; 2006:12-32.