

Intervención educativa en internos de pregrado para realizar una toma de muestra para gasometría arterial utilizando un modelo de bajo costo de antebrazo y mano

Educational intervention on premedical students for gathering samples for arterial gas blood test using a low-cost model of the forearm and hand

Rebeca Hershberger-del Arenal,* Rocío García-Durán,**
Sara Morales-López,*** Adriana Monserrat García-Barrón****

Palabras clave:

Gasometría arterial,
pregrado, simulación,
bajo costo.

Key words:

Arterial blood gases,
premed, simulation,
low cost.

* Médico Cirujano,
Maestra en Educación.
Coordinadora de
Evaluación.
** Licenciada en
Psicología, Maestra
en Comunicación y
Tecnologías Educativas.
Coordinadora de
Investigación.
*** Médico Cirujano,
Maestra en Educación
y Docencia. Jefa de
Departamento.
**** Médico Cirujano.
Instructora del
Centro de Enseñanza
y Certificación de
Aptitudes Médicas.

Departamento de
Integración de Ciencias
Médicas, Facultad de
Medicina, Universidad
Nacional Autónoma de
México.

Recibido: 20/02/2019
Aceptado: 15/03/2019

RESUMEN

Introducción: Generalmente, los estudiantes adquieren habilidades específicas como la toma de muestra de gasometría arterial sin una instrucción formal, por lo que se implementó una intervención educativa para los médicos internos de pregrado de la Facultad de Medicina de la UNAM, utilizando un modelo de bajo costo y un video. **Objetivo:** Analizar la contribución de una intervención educativa para mejorar las habilidades técnicas en la toma de la gasometría arterial. **Material y métodos:** Estudio cuasiexperimental con participación de 15 médicos internos de pregrado. Se utilizó un simulador de bajo costo diseñado en el Centro de Enseñanza y Certificación de Aptitudes Médicas (CECAM) y un video demostrativo. Se evaluó a los estudiantes utilizando una lista de cotejo validada en tres momentos distintos: antes y después de la intervención educativa y dos semanas después en un paciente hospitalizado. Se analizó el desempeño de los estudiantes comparando los resultados de los ítems en cada fase y las fases globalmente entre sí, usando chi cuadrada (χ^2) y valor de p. **Resultados:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en un ítem al comparar la fase uno con la dos; en tres ítems al comparar la dos con la tres y en cinco ítems al comparar la uno con la tres. **Conclusiones:** La intervención educativa mejoró algunos aspectos en la ejecución de la técnica para la toma de muestra de gasometría arterial. Estos resultados no son traspaltables a otras poblaciones debido al pequeño tamaño de la muestra, pero dio oportunidad de incluir simuladores de bajo costo diseñados en el CECAM en actividades para mejorar las habilidades técnicas de los estudiantes en beneficio de la seguridad del paciente.

ABSTRACT

Introduction: Usually, medical students do not have a formal instruction in specific techniques like gathering sample of arterial blood. That is why an educational intervention was implemented in premedical students of Facultad de Medicina, UNAM, using a low-cost model and a video. **Objective:** Analyze if the intervention using a low-cost model promotes the technical skills in carrying out the procedure. **Material and methods:** Quasi-experimental study with 15 premedical students using a low-cost simulator designed in CECAM and a video. The evaluation was made with a validated check-list, in three phases: pre and post educational intervention, and two weeks later in a hospitalized patient. We analyzed data comparing items in each phase and phases between the, square chi (χ^2) and p value. **Results:** We found a statistical meaningful difference in one item, when comparing phase one and two; in three items in the comparison between phases two and three and in five items when comparing phases one and three. **Conclusions:** Implementation of educational intervention improved some aspects of gathering samples of arterial blood. This results can't be generalized because we had few participants. Nevertheless, this was an opportunity to include low-cost simulators designed in our simulator center in educational activities focused in the improvement of technical skills to benefit patient security.

INTRODUCCIÓN

La toma de gasometría arterial es un procedimiento que se realiza con frecuencia en el ámbito hospitalario y es la herramienta

más rápida para conocer el estado general del paciente críticamente enfermo; está indicada en todos aquellos padecimientos que alteren el equilibrio ácido-base del individuo.¹ La arteria radial es el sitio más utilizado para la punción



arterial, porque es accesible con facilidad, pero debido a su pequeño tamaño, se requiere una amplia experiencia en el muestreo de sangre en este sitio.²

La obtención de la muestra gasométrica con el uso de una técnica adecuada favorece la seguridad del paciente y garantiza que los resultados obtenidos sean fidedignos, lo que es de gran relevancia, ya que a partir de los mismos, se toman decisiones diagnósticas y terapéuticas relevantes para el enfermo.³

Los estudiantes de la carrera de Médico Cirujano en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México no reciben una capacitación formal para la toma de una muestra de gasometría arterial, ya que es una habilidad que no se encuentra contemplada en el plan de estudios, por lo que cuando los médicos internos de pregrado requieren realizar el procedimiento, lo hacen de forma empírica y sin una capacitación formal. Debido a la complejidad del procedimiento, es necesario que los estudiantes tengan la oportunidad de practicar la habilidad; sin embargo, hacerlo en un individuo real representa serias dificultades, como el dolor generado y las posibles complicaciones.

La simulación clínica contribuye a la seguridad y disminuye las complicaciones del paciente,⁴ porque le permite al aprendiz desarrollar habilidades técnicas y destrezas en un entorno seguro y realista; además, la simulación es una herramienta invaluable para la implementación de evaluaciones estandarizadas y objetivas del desempeño de las habilidades técnicas.⁵⁻⁷

En el mercado existen simuladores de tarea para la toma de gasometría arterial; sin embargo, representan un costo elevado para las universidades públicas. A partir de esta problemática se diseñó un simulador de bajo costo de mano y antebrazo con la finalidad de generar el recurso necesario para que los estudiantes puedan adquirir y mejorar las habilidades técnicas necesarias para la toma de una muestra de gasometría arterial.

El propósito de este estudio fue analizar si la implementación de una intervención educativa teórico-práctica utilizando un modelo de bajo costo de antebrazo y mano y un video demostrativo promueve el desarrollo de las habilidades técnicas para la toma de una muestra arterial para gasometría en médicos internos de pregrado de la Facultad de Medicina de la UNAM.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los médicos pasantes de servicio social del Centro de Enseñanza y Certificación de Aptitudes Médicas (CECAM) de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) diseñaron y elaboraron el simulador de tarea utilizado en esta actividad. La intención de realizarlo fue tener un simulador de tarea para aprender y practicar la toma de muestras para gasometría arterial elaborado a partir de materiales baratos y de fácil acceso: antebrazo y mano de plástico (utilizados en los aparadores), sondas Foley de silicón, perilla de succión, bolsa de caucho, placa metálica, bolsa para la recolección de orina, pintura vegetal roja y agua destilada (*Figura 1*). El principal reto en la elaboración del simulador fue lograr la fidelidad al tacto del pulso de la arteria radial. El simulador tuvo un costo aproximado de 300 pesos mexicanos (USD 15) y fue replicado en cuatro ocasiones para contar con suficientes simuladores para la actividad.

Antes de la intervención, el simulador fue probado con estudiantes de tercer año de la carrera de Médico Cirujano; se comprobó el realismo en la sensación del pulso y la utilidad del simulador para realizar el procedimiento completo de la toma de muestras para gasometría arterial. El simulador fue utilizado para grabar un video demostrativo de la técnica para la toma de una muestra para gasometría arterial (<https://youtu.be/Kf9k5yGvJUE>), que fue empleado en la intervención educativa.

La lista de cotejo usada para evaluar el desempeño consta de 20 ítems (*Tabla 1*) y fue elaborada por médicos pasantes de servicio social del CECAM. Para la validación por expertos, se solicitó a un cirujano general, un intensivista, un internista, un experto en simulación y un experto en evaluación que la revisaran. Posteriormente, fue aplicada a 25 médicos pasantes, seis instructores en simulación del CECAM y 30 estudiantes (tercero, cuarto y quinto año) que participaron en el curso-taller Técnica de Toma e Interpretación de Gasometría Arterial, impartido en el CECAM.

Se realizó un estudio cuasiexperimental en tres fases con la participación de 15 médicos internos de pregrado de un hospital general de la Ciudad de México que se encontraban rotando en el Servicio de Medicina Familiar durante los meses de marzo y abril de 2017, y que poste-

riormente cambiaron a Medicina Interna en los meses de julio y agosto de 2017. Se eligió a este grupo de internos debido a que al momento de

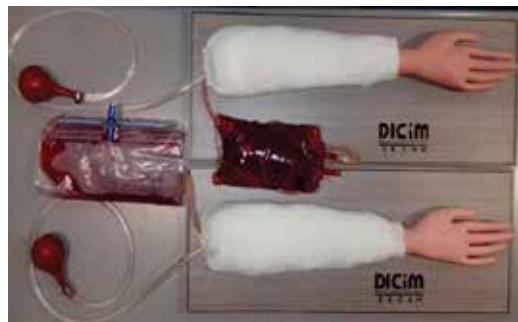


Figura 1. Simulador de bajo costo de antebrazo y mano para la toma de muestras para gasometría arterial.

implementar la intervención no habían rotado aún por Medicina Interna ni Urgencias, servicios donde se requiere tomar muestras arteriales para gasometría. Los 15 médicos internos estuvieron de acuerdo en participar en el estudio.

Antes de la intervención se les preguntó si habían recibido una capacitación formal para la toma de la gasometría arterial, a lo que 100% de ellos respondieron que no. El 53% reportó haber realizado previamente este procedimiento entre seis y 10 ocasiones, y 47% no lo había hecho nunca.

Durante la primera fase, se les solicitó a los internos que llevaran a cabo la técnica de la toma de una muestra para gasometría arterial en el simulador de bajo costo de antebrazo y mano, para ser evaluados por médicos pasantes de servicio social

Tabla 1. Lista de cotejo para evaluar el desempeño en el procedimiento de toma de muestras para gasometría arterial.

Habilidades	Sí	No
1 El alumno se presenta ante el paciente		
2 Le pregunta su nombre		
3 Explica al paciente el procedimiento que se le realizará		
4 Pide su consentimiento		
5 Se realiza el lavado de manos con técnica clínica		
6 Prepara el material (torundas alcoholadas, guantes y set de jeringa especial para gasometría)		
7 Se coloca guantes		
8 Coloca al paciente con el brazo extendido sobre una superficie firme y la mano en hiperextensión		
9 Palpa y selecciona la arteria adecuada (por lo general, la radial)		
10 Realiza la prueba de Allen (comprime de manera simultánea las arterias radial y cubital, solicitando al paciente que abra y cierre el puño con rapidez aproximadamente 10-15 veces. Solicita al paciente que abra la mano; se observará palidez de palma y dedos. Libera la compresión cubital y en 15 seg se restablecerá la circulación y coloración de la mano del paciente)		
11 Realiza antisepsia en la zona de punción con torundas alcoholadas, de manera circular, del centro a la periferia		
12 Coloca los dedos índice y medio sobre la arteria radial		
13 Introduce la aguja en dirección cefálica, con el bisel hacia arriba, de forma lenta, en un ángulo de 45°		
14 Continúa el avance de la aguja en línea recta hasta observar que fluye la sangre; mantiene inmóvil la aguja (si el émbolo no sube solo, jala de manera suave)		
15 Retira la aguja en el mismo ángulo de acceso cuando se ha obtenido una muestra de 2 mL		
16 Mantiene la zona de punción comprimida con una torunda sin alcohol para generar hemostasia		
17 Menciona al paciente que el procedimiento ha terminado		
18 Rota entre ambas manos la jeringa con la muestra para mezclar la sangre contenida con la heparina		
19 Elimina las burbujas que se encuentren en el interior de la jeringa para evitar que se difundan rápidamente en la muestra		
20 Menciona que debe llevar a procesar la muestra lo más rápido posible para evitar alteración de los resultados (en caso de no poder procesar la muestra en menos de 10 minutos, se mantendrá en frío [3 a 4 °C] no más de una hora)		

utilizando la lista de cotejo. Los internos efectuaron esta actividad antes de cualquier intervención y con los conocimientos que tenían al respecto.

Posteriormente, los internos fueron divididos en cuatro grupos; en cada uno, un médico pasante de servicio social realizó el modelaje en el simulador y proyectó el video demostrativo de la técnica, después de lo cual los médicos internos tuvieron la posibilidad de practicar en el simulador en tres ocasiones. La actividad tuvo una duración total de 120 minutos.

La segunda fase se llevó a cabo dos semanas después debido a la disponibilidad del servicio en el que se encontraban rotando los médicos internos, a los cuales se les solicitó que realizaran el procedimiento en el simulador para ser evaluados con la misma lista de cotejo. Después del procedimiento, conocieron la lista de cotejo, ya que recibieron una realimentación individualizada de su desempeño a partir de ella.

Un mes después, durante la tercera fase, cuando los internos ya se encontraban rotando en el Servicio de Medicina Interna, se les solicitó que tomaran una muestra para gasometría en un paciente hospitalizado (previo consentimiento informado verbal) y fueron evaluados con la misma lista de cotejo; nuevamente, recibieron una realimentación individualizada de su desempeño.

El análisis de los datos obtenidos consistió en la comparación de los ítems en cada fase y las fases entre sí de manera global, usando χ^2 y valor de p. Los ítems de la lista de cotejo se agruparon en los siguientes dominios: relación médico-paciente, preparación del material, toma de la muestra y manejo de la muestra.

RESULTADOS

Participaron 15 médicos internos: siete mujeres y ocho hombres, de entre 23 y 25 años, con una media de edad de 24 años.

Se compararon los ítems en cada fase con la intención de establecer si había diferencias estadísticamente significativas. Al comparar los ítems de la fase uno con la fase dos, se encontró que el ítem seis: "preparación del material" ($\chi^2 = 4.08$; $p = 0.043$) mostró una diferencia estadísticamente significativa en la conducta después de la intervención educativa.

En la comparación de los ítems de la fase dos con la fase tres, se documentó que los ítems

18: "rota entre las manos la jeringa para mezclar con la heparina" ($\chi^2 = 4.035$; $p = 0.043$) y 19: "elimina las burbujas del interior de la muestra" ($\chi^2 = 7.42$; $p = 0.006$) tuvieron un cambio estadísticamente significativo (Figura 2).

Al comparar los ítems de la fase uno con la fase tres, se obtuvieron cambios estadísticamente significativos en los ítems 11: "realiza antisepsia" ($\chi^2 = 6.99$; $p = 0.008$), 15: "retira la aguja en el mismo ángulo de entrada" ($\chi^2 = 3.698$; $p = 0.054$), 18: "rota entre las manos la jeringa para mezclar con la heparina" ($\chi^2 = 13.23$; $p = 0.0002$) y 19: "elimina las burbujas del interior de la muestra" ($\chi^2 = 10$; $p = 0.0015$) (Figura 3).

En un análisis global encontramos que seis alumnos (40%) obtuvieron un mayor número de aciertos al comparar la fase uno con la fase dos; ocho alumnos (53%) mejoraron su desempeño al comparar la fase dos con la tres y ocho (53%) mejoraron al comparar la fase uno con la tres. Los resultados relevantes son que en la fase dos, nueve estudiantes (60%) mejoraron en la preparación del material y la palpación de la arteria radial. En la fase tres, 11 (73.3%) mejoraron en la técnica de introducción de la aguja con el bisel hacia arriba en un ángulo de 45°.

En los ítems del dominio "relación médico-paciente" se reportó una disminución de 50% en los errores después de la intervención educativa. En los ítems del dominio "toma de la muestra" encontramos una mejoría de cuatro ítems en promedio después de la intervención educativa.

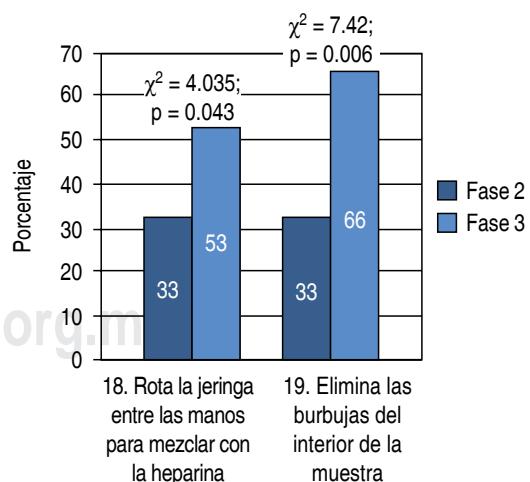


Figura 2. Comparación de ítems con diferencias estadísticamente significativas (fase 2 versus fase 3).

En los ítems del dominio “manejo de la muestra” identificamos la mayor cantidad de cambios en el desempeño de los estudiantes (*Tabla 2*).

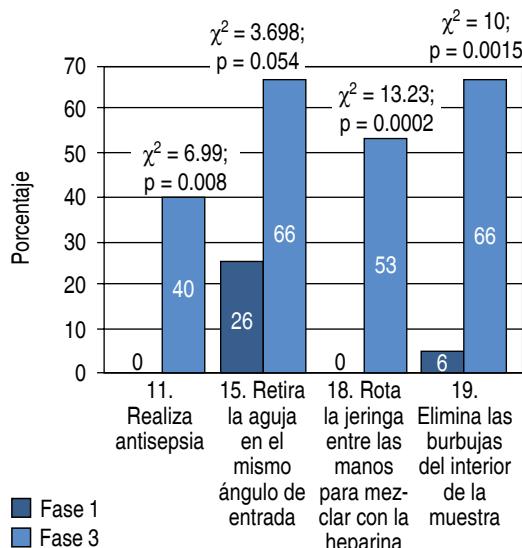


Figura 3. Comparación de ítems con diferencias estadísticamente significativas (fase 1 versus fase 3).

DISCUSIÓN

En el análisis de los datos, la mayor cantidad de cambios estadísticamente significativos en el desempeño de los estudiantes se encontraron al comparar la fase uno (previa a la intervención educativa) y la fase tres (toma de una muestra en un paciente real después de la intervención educativa).

Estos datos sugieren que la intervención educativa favoreció un mejor desempeño en algunos aspectos técnicos de la toma de muestras para gasometría arterial; sin embargo, es importante destacar que estos resultados no pueden generalizarse a otras poblaciones debido al pequeño tamaño de la muestra. Además, los cambios en el desempeño de los estudiantes pueden estar influenciados por la práctica hospitalaria a lo largo del estudio, ya que se encontraban realizando el internado médico en un hospital de alta demanda.

La toma de muestras para gasometría arterial es un procedimiento que se lleva a cabo de forma cotidiana en los hospitales; sin embargo,

Tabla 2. Frecuencia de aciertos y errores en cada una de las fases.

Ítem	Fase uno		Fase dos		Fase tres	
	Sí %	No %	Sí %	No %	Sí %	No %
1	78.5	21.5	100.0	0.0	100.0	0.0
2	64.3	35.7	72.7	37.3	81.8	18.2
3	35.7	64.3	45.5	54.5	45.5	54.5
4	35.7	64.3	45.5	54.5	45.5	45.5
5	21.5	78.5	18.2	81.8	36.4	63.6
6	92.8	7.2	72.7	37.3	100.0	0.0
7	21.5	78.5	9.0	90.0	9.0	91.0
8	14.3	85.7	54.5	45.5	36.4	63.6
9	85.7	14.3	81.8	18.2	81.8	18.2
10	64.3	35.7	81.8	18.2	18.2	81.8
11	14.3	85.7	45.5	54.5	54.5	45.5
12	85.7	14.3	72.7	37.3	63.6	36.4
13	100.0	0.0	91.0	9.0	91.0	9.0
14	78.5	21.5	72.7	37.3	63.6	36.4
15	28.5	71.5	72.7	37.3	91.0	9.0
16	57.1	42.9	91.0	9.0	91.0	9.0
17	57.1	42.9	81.8	18.2	91.0	9.0
18	0.0	100.0	45.5	54.5	72.7	37.3
19	7.2	92.8	45.5	54.5	91.0	9.0
20	64.3	35.7	81.8	18.2	45.5	54.5

no se enseña formalmente en las universidades, lo que tiene repercusiones en la seguridad y la calidad de la atención al paciente.² El uso de simuladores de tarea permite a los estudiantes aprender y practicar la técnica antes de enfrentarse a un individuo real; sin embargo, la adquisición de simuladores de estas características tiene un costo elevado que muchas escuelas públicas no pueden afrontar porque tienen una matrícula extensa y requieren muchas unidades para realizar las actividades de aprendizaje.

El diseño de simuladores de bajo costo tiene el potencial de generalizar el uso de la simulación como una herramienta para el aprendizaje, con la intención de mejorar el desempeño de los estudiantes en su práctica clínica y, por lo tanto, la seguridad del paciente y la calidad de la atención.

En Croacia, la Sociedad de Medicina Bioquímica y Medicina de Laboratorio documentó una serie de recomendaciones en la cual incluye que la toma de muestras de sangre arterial debe ser realizada por trabajadores de la salud que tengan la competencia demostrada tras un entrenamiento formal basado en el catálogo de entrenamiento de habilidades.²

La principal limitación del estudio es el pequeño tamaño de la muestra, por lo que los resultados no pueden ser generalizados; sin embargo, es una experiencia que ha permitido el diseño y uso de un simulador de bajo costo para el entrenamiento de una habilidad técnica importante para el médico interno, teniendo en cuenta que la toma de muestra para gasometría arterial es un procedimiento difícil y que no debe ser realizado sin entrenamiento en un paciente debido a los riesgos que ello implica. Los médicos internos que efectúan este procedimiento deben recibir un entrenamiento para garantizar la seguridad del paciente; el empleo de simuladores de bajo costo hace accesible a las escuelas públicas el uso de la simulación como una estrategia de aprendizaje.

CONCLUSIONES

La implementación de una intervención educativa utilizando un simulador de bajo costo de antebrazo y mano diseñado en el CECAM y un video demostrativo favorece la mejoría de algunos aspectos técnicos del procedimiento de la toma de muestras para gasometría arterial,

con el potencial de mejorar la calidad de la atención médica y la seguridad del paciente.

Los médicos internos realizan este procedimiento de forma rutinaria en los servicios hospitalarios; sin embargo, no reciben una capacitación formal para hacerlo. El uso de simuladores de bajo costo brinda la oportunidad a los estudiantes de obtener una capacitación, aprender y practicar la técnica antes de enfrentarse a un paciente, sobre todo en escuelas con alta población donde los simuladores pueden ser insuficientes para la cantidad de estudiantes.

La toma de muestras para gasometría arterial es un procedimiento complejo que requiere la adquisición de una serie de habilidades para garantizar la calidad de la muestra obtenida y la seguridad del paciente. El uso de la simulación como estrategia de aprendizaje y de simuladores de bajo costo que pueden ser reproducidos en las escuelas permite la formación de recursos humanos capacitados para implementar este procedimiento fundamental en la atención médica.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Eduardo Acosta Arreguín por su asesoría para el análisis estadístico.

REFERENCIAS

1. Berend K, de Vries AP, Gans RO. Physiological approach to assessment of acid-base disturbances. *N Engl J Med.* 2014; 371 (15): 1434-1445.
2. Dukić L, Kopčinović LM, Dorotić A, Baršić I. Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochem Med (Zagreb).* 2016; 26 (3): 318-336.
3. Theodore AC, Manaker S, Finlay G. Arterial blood gases. UpToDate. [Internet]. Waltham (MA): UpToDate Inc; 2017. [Consultado 11 de enero de 2019]. Disponible en: https://www-upToDate-com.pblid.unam.mx:2443/contents/arterial-blood-gases/print?search=gasometr%C3%A1%20arterial&source=search_result&selectedTitle=1-150&usage_type=default&display_rank=1
4. Dávila-Cervantes A. Simulación en Educación Médica. *Inv Ed Med.* 2014; 3 (10): 100-105.
5. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2011; 306 (9): 978-988.
6. McGaghie WC, Draycott TJ, Dunn WF, Lopez CM, Stefanidis D. Evaluating the impact of simulation on translational patient outcomes. *Simul Healthc.* 2011; 6 Suppl: S42-S47.
7. Durante-Montiel MBI, Martínez-González A, Morales-López S, Lozano-Sánchez JR, Sánchez-Mendiola M. Educación por competencias: de estudiante a médico. *Rev Fac Med (Méx.).* 2011; 54 (6): 42-50.

Correspondencia:

Rebeca Hershberger-del Arenal

E-mail: rebehersh@hotmail.com