

ESPECTROS

Fomento de habilidades investigativas en estudiantes de pregrado mediante prácticas en un laboratorio de experimentación animal

Araceli Olivares Guerrero*

Eduardo Morgado Vélez**

Jorda Aleiría Albarrán Melzer***

(Recibido: agosto de 2014, Aceptado septiembre de 2014)

RESUMEN

Se presenta el caso de los resultados obtenidos por un laboratorio de experimentación animal: La Unidad de Producción, Cuidado y Experimentación Animal de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, respecto al desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de pregrado de Ciencias de la Salud. Se discute también respecto a los beneficios de los laboratorios experimentales con animales para el desarrollo de la fisiología, patología y farmacología, así como las modalidades en las que estos se convierten en laboratorios didácticos que fomentan ambientes de aprendizaje propicios para motivar y desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes, fundamentales para su formación profesional.

Palabras clave: laboratorio de ciencias, habilidades investigativas, experimentación, ciencias de la salud.

ABSTRACT

This article aims to present the findings of laboratory animal experiments, the Production Unit, Animal Care and Experimentation of the Universidad Juarez Autonoma de Tabasco, regarding the development of investigative skills undergraduates Science Health. It also discusses about the benefits of animal experimental laboratories for the development of physiology, pathology and pharmacology, as well as the ways in which these become educational workshops that promote learning environments conducive to motivate and develop skills, fundamental to their training.

Key words: sciences laboratory, research skills, health sciences.

INTRODUCCIÓN

En la investigación biomédica se ha reconocido durante mucho tiempo la importancia del uso de los

animales en la experimentación científica, principalmente en el estudio de la fisiología, patología y farmacología (Arch, 2012). El uso de los animales de laboratorio en las investigaciones biomédicas representa un elemento fundamental en el desarrollo de importantes avances en la prevención y tratamiento de las enfermedades transmisibles y no transmisibles. Vacunas de la rabia, viruela, tétanos, difteria, tos convulsa y poliomielitis; el desarrollo de diversos antibióticos, la insulina y el conocimiento de las bases genéticas de la herencia. Los avances de la investigación en cáncer, cardiología, trasplantes de órganos, Síndrome de inmunodeficiencia adquirida, enfermedad de Alzheimer, se deben también a las contribuciones de los estudios realizados en animales de laboratorio (Zuñiga *et al*, 2001).

Para los investigadores, estos animales son un reactivo biológico, por lo que su pureza debe ser vigilada, controlada y contrastada, al igual que cualquier reactivo, sin descuidar su posible contaminación biótica, por ello se busca que los animales de laboratorio tengan características genéticas y sanitarias definidas, hayan sido criados en ambientes controlados que respeten los requerimientos de la especie, con el correcto cumplimiento de los principios éticos y de bienestar animal (Balchet *et al*, 1990).

Los bioterios son laboratorios de experimentación destinados a la cría y control de los modelos animales que buscan mantener estirpes puras desde el punto de vista genético, vigilar los cruzamientos y evitar la introducción de incontrolados; llevar a cabo una permanente vigilancia de los animales y servir de suministrador a laboratorios, universidades, hospitales y otros centros

* División Académica de Ciencias de la Salud, araceli.olivares@ujat.mx

** División Académica de Ciencias de la Salud, e_morgadov@hotmail.com.

*** División Académica de Ciencias de la Salud, jor88159@hotmail.com.

de investigación, que no cuentan con servicios propios, garantizando la constitución genética y el perfecto estado sanitario. Dentro de las funciones de un bioterio están la revisión bibliográfica, las observaciones directas y la experimentación.

La función de los modelos experimentales realizados con animales es la de aceptar o rechazar una hipótesis que llevarán nuevos avances en el conocimiento fisiológico, neurológico, etc. Otra de las funciones de los modelos experimentales es la de proporcionar a los estudiantes la práctica quirúrgica que les permitirá lograr buenos resultados con sus pacientes además de que en los laboratorios de cirugía experimental se plantean nuevas técnicas, se diseñan, modifican y mejoran las herramientas para realizarlas, así como el instrumental y material de sutura. (*Idem*).

Como señalan De la Garza, *et al* (2007), la cirugía y la medicina en general exigen un conocimiento riguroso del origen y evolución de las enfermedades, los procedimientos y medios terapéuticos apropiados y su correcta aplicación, de ahí la relevancia de los laboratorios de experimentación para fortalecer las bases científicas en los programas y planes de estudio para la formación y el adiestramiento de los médicos generales y de los especialistas, reforzando las bases fisiológicas y clínicas del conocimiento para realizarla cirugía apoyándose en la investigación, lo cual favorece la formación de un pensamiento científico e inquisitivo, los interesa en la investigación y, por lo tanto, participan en el progreso de la cirugía, la terapéutica y la medicina como ciencia.

HABILIDADES INVESTIGATIVAS

Es ampliamente conocido entre investigadores y docentes, el desconocimiento y la falta de motivación de los estudiantes hacia la ciencia y la investigación, la cual se atribuye entre otras cosas, a que durante su formación no han encontrado sentido a dicho proceso y que los posibles acercamientos a la investigación no han sido los mejores (García, 1985; Ruíz y Torres, 2002; García *et al*, 2005; Bally, 2006), lo cual tiene como consecuencia por un lado, que exista poco interés de parte de los estudiantes para las materias que tienen que ver con la investigación y la ciencia en general, y por otro, que aún cuando muchos de ellos han cursado diversas materias

de metodología de la investigación, no logren adquirir las competencias y habilidades investigativas necesarias para su desarrollo profesional.

Con el fin de fomentar la participación de estudiantes y profesionales en ciencias de la salud en la investigación, (García *et al*, 2005) proponen introducir una "cultura de investigación" en la actividad formativa diaria, en la que se entrenen a los clínicos a trabajar en ambientes multidisciplinarios y formarlos en nuevas metodologías, reconocer tiempos propios de investigación e implantar la carrera científica en los hospitales que serían una especie de centros de investigación en los que la vinculación con las universidades tenga una mayor presencia.

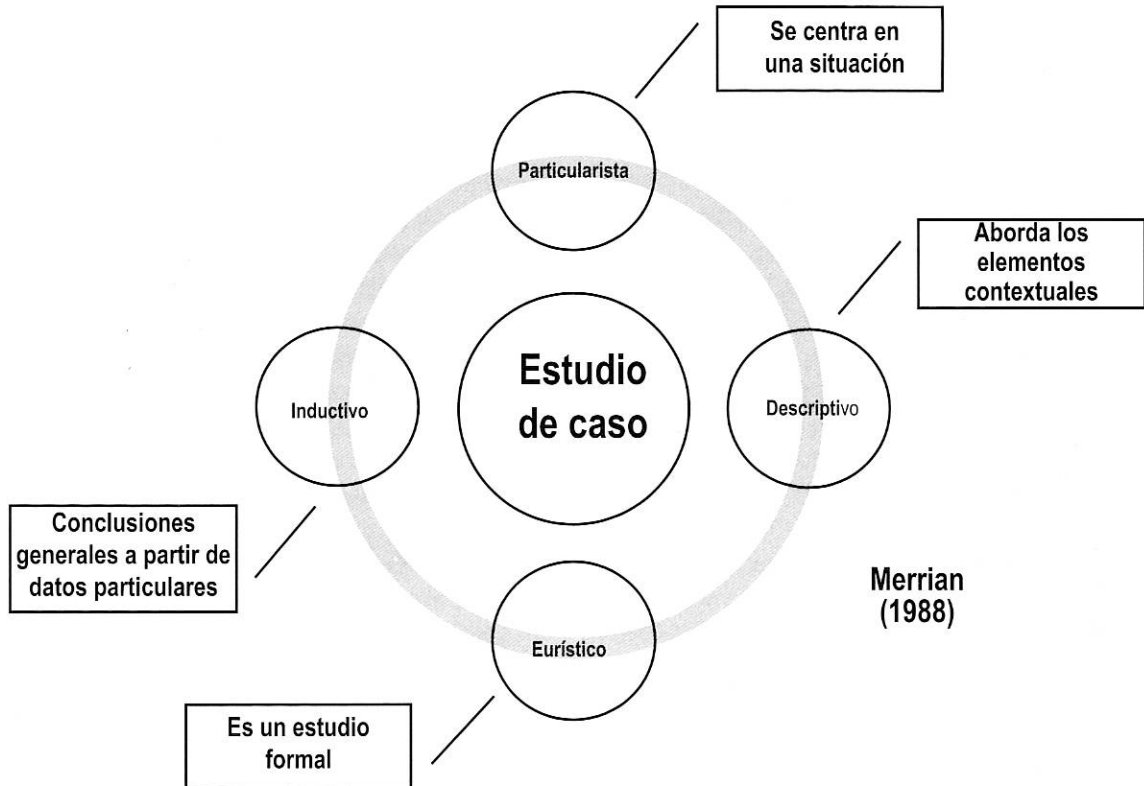
En este sentido, es importante replantear las concepciones que se tienen con las funciones de las actividades de laboratorio y cómo deben ser integradas en las secuencias de enseñanza de las clases, ya que si bien es cierto que las actividades de los laboratorios universitarios pueden ser utilizadas para diversos fines (Hodson, 1994; Wellington, 1998), uno de ellos es proporcionar entrenamiento a los estudiantes para desarrollar las habilidades de investigación que con el objetivo de contribuir a un uso razonado de los laboratorios para fomentar la enseñanza de las ciencias (Leite y Esteves, 2005)

A continuación se presenta un breve análisis de cómo se ha desarrollado la capacidad de investigación, en el marco de un estudio de caso, desarrollado en la Unidad de Producción, Cuidado y Experimentación Animal de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

METODOLOGÍA

La estrategia metodológica que se siguió para el presente trabajo de investigación fue el estudio de caso. Respecto a las características de los estudios de caso, Merriam (1988) plantea cuatro características: particularista, descriptivo, heurístico e inductivo (Ver figura 1) La aportación de este autor es importante porque nos permite fundamentar y, en cierta medida legitimar, la elección de esta estrategia de investigación como la adecuada para el proyecto planteado.

FIGURA 1
Características del estudio de caso. Merriam (1988)



Acorde al esquema anterior, se explicitan a continuación las características del estudio de caso que se aquí se presenta:

1. Particularista: el estudio de caso se centra en una situación. En el presente proyecto, la situación o fenómeno en que se centra la labor investigadora, es el fomento de competencias investigativas en estudiantes de pregrado en un laboratorio de experimentación de la División Académica de Ciencias de la Salud de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
2. Descriptivo: el estudio de caso aborda los elementos contextuales. En el desarrollo de la investigación misma, se contextualiza el fenómeno estudiado de manera puntual considerando aspectos como la historia del Laboratorio y los procesos que se llevan a cabo en el.

3. Heurístico: el estudio de caso es un estudio formal. La presente investigación contiene los elementos concurrentes a la investigación científica y al grado de especialización que se persigue.
4. Inductivo: el estudio de caso arroja conclusiones generales a partir de datos particulares. Como resultado del esfuerzo investigador, la investigación en curso proyecta obtener la información necesaria para el análisis del fenómeno estudiado, información que permitirá establecer las conclusiones pertinentes para avanzar un poco en la comprensión del aspecto o fenómeno de estudio.

El Caso: La Unidad de Producción, Cuidado y Experimentación Animal de la UJAT.

Como parte de la infraestructura de apoyo a las actividades de docencia y de investigación de la División

Académica de Ciencias de la Salud DACS de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco UJAT, se cuenta con la Unidad de Producción, Cuidado y Experimentación Animal, UPCEA inaugurada en el año 2005, cuyo objetivo es de garantizar la producción, tanto en calidad como en cantidad, de líneas, cepas y modelos genéticamente modificados de especies animales de uso experimental, garantizando el bienestar de los animales de laboratorio, así como apoyar e impulsar la investigación biomédica en el Estado de Tabasco y la región sureste del país, mediante la formación de recursos humanos en el área y la obtención de resultados válidos y reproducibles en beneficio de la salud humana.

La UPCEA está integrada por un bioterio, diseñado con los estándares de calidad internacional que contribuye al bienestar de los animales utilizados como modelos de investigación; un área experimental que permite el mantenimiento de los modelos biológicos con los mismos estándares de calidad de los animales producidos en el área aislada y un área educativa que brinda el servicio de educación y capacitación continua de los usuarios en la materia, accediendo a la acreditación de los investigadores, alumnos y del personal en el buen uso, manejo y experimentación de los animales de laboratorio.

RESULTADOS

Desde su puesta en marcha hasta la fecha, la UPCEA ha cumplido con los objetivos para los que fue creada, logrando importantes avances en el fomento de habilidades investigativas en los estudiantes, a través de las actividades que semestre tras semestre imparte a estudiantes de las carreras de; médico cirujano, cirujano dentista, nutrición y psicología, teniendo los siguientes resultados.

La actividad inicial que permite a los estudiantes de pregrado el descubrir dichas habilidades es el "Curso Introductorio al Manejo de los Animales de Laboratorio" que tiene como objetivo principal instruir a los participantes en el buen uso y manejo ético de dichos animales, en particular la especie de la rata de laboratorio (*Rattus norvegicus*). El curso consta de tres acciones, primero en el salón de clases a todo el grupo se le proporciona una plática denominada "El desarrollo de la investigación

básica y biomédica a través del uso de los animales de laboratorio" con la finalidad de brindar el conocimiento de la importancia de los aportes a la salud humana y animal, el manejo de estos animales en el campo de la investigación básica y la investigación biomédica; la segunda acción se realiza en la UPCEA, con equipos de 10 a 12 alumnos, donde aprenden de manera práctica el manejo y sujeción adecuada del animal de laboratorio (la rata) así como procedimientos rutinarios de; examen físico, manipulación, administración de fármacos, venopunción, entre otros. Y la tercera acción es una práctica que se realiza de acuerdo a la materia que en ese momento lleva el alumno. Al finalizar se les ofrece la información impresa en un manual y se otorga una constancia de participación.

Esta constancia acredita que han adquirido las habilidades necesarias para el manejo de los animales de laboratorio y con ello puede participar en protocolos de investigación e inscribirse al Verano Científico en tu Escuela. Programa que se realiza en los veranos en la DACS con los profesores investigadores que tienen proyectos de investigación vigentes y que requieren del apoyo de estudiantes en calidad de asistentes de investigación. La duración de estos veranos es de 160 horas y al término de los mismos se les entrega una constancia con valor curricular que les servirá para demostrar sus habilidades investigativas en congresos, foros o en los Veranos de la Investigación Científica que se llevan a cabo a nivel nacional y para los cuales, contar con experiencia investigativa les da mayores posibilidades de ser aceptados.

Los estudiantes pueden participar en el Verano Científico en tu Escuela a partir del cuarto semestre de la carrera y uno de los requisitos para quienes aspiren participar en proyectos de ciencias básicas y biomédicas, es que los alumnos cuenten con la constancia de haber tomado el "Curso Introductorio al Manejo de los Animales de Laboratorio" y en el caso de no tenerlo, deben cursarlo. La DACS es la que financia estos veranos internos, lo mismo que financiamientos externos que cada proyecto logre conseguir.

Desde el año 2010 al 2013, se ha tenido una importante participación de estudiantes en el marco del Verano Científico en tu Escuela, en los que se han

TABLA 1

Número de cursos, estudiantes, proyectos de investigación y tesis involucrados con los cursos impartidos en la UPCEA-DACS, 2010-2013.

	Año			
	2010	2011	2012	2013
No. de cursos impartidos	6	7	11	10
No. de alumnos participantes	246	229	315	288
No. de proyectos de investigación del Verano Científico en tu Escuela en los que participaron alumnos que habían tomado el curso introductorio	5	9	7	9
Tesis realizadas			2	5

realizado diversas actividades vinculadas a la formación de los estudiantes para el manejo de los animales de laboratorio, incrementándose año con año el número de cursos impartidos, así como los productos derivados de la actividad investigadora desarrollada en los mismos. Ver Tabla 1.

Respecto a los productos académicos derivados de la participación de estudiantes en los Veranos Científicos en tu Escuela, que realizaron proyectos de investigación vinculados a la UPCEA, a partir del año 2010 y hasta el 2013, se ha incrementado su participación, así como las tesis derivadas de los mismos. Ver tabla 2.

En el año 2013, cinco estudiantes de la licenciatura de médico cirujano que habían participado en 3 años anteriores de los veranos Científicos en tu Escuela fueron aceptados en el Verano de la Investigación Científica, programa que se lleva a cabo a nivel nacional, patrocinado por la Academia Mexicana de Ciencias, los cuales consisten en fomentar el interés de los estudiantes de licenciatura por la actividad científica, en todas las áreas del conocimiento, mediante la realización de una estancia de investigación durante dos meses en los más

prestigiosos centros e instituciones de investigación del país, dentro de proyectos de investigación vigentes, bajo la supervisión de un investigador en activo. En estas experiencias los jóvenes desarrollan una experiencia invaluable que les ayuda a definir su vocación científica, ampliando sus conocimientos y sus opciones para futuras etapas de su formación profesional.

Otra parte de los logros alcanzados en torno al desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes de la licenciatura de nutrición se destaca que algunos de ellos han obtenido primeros lugares en eventos académicos a nivel nacional, como es el caso del proyecto "Efecto del almidón resistente de banano sobre el control metabólico y lípidos séricos en ratas con diabetes experimental inducida con estreptozotocina", que obtuvo el primer lugar en concurso de carteles en el XXIV Congreso nacional de la asociación mexicana de miembros de facultades y escuelas de nutrición 2009.

En el año 2010, estudiantes de la licenciatura de médico cirujano y licenciatura en nutrición fueron aceptados en los programas de movilidad estudiantil para estancias de investigación en el reconocido Instituto

TABLA 2

Participación de estudiantes que realizaron el verano Científico en tu Escuela en la UPCEA-DACS y productos académicos obtenidos.

	Año			
	2010	2011	2012	2013
No. de alumnos inscritos	10	28	24	30
No. de alumnos titulados con tesis derivadas de proyectos de investigación realizados en el UPCEA-DACS			2	5
No. de alumnos que presentaron carteles como resultado de los proyectos desarrollados en el Verano Científico en tu Escuela		4	4	9

TABLA 3

Cursos y prácticas	Año					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Curso introductorio al manejo de los animales de laboratorio (<i>Rattus norvegicus</i>)	267	285	14	54	187	197
Práctica de disección obtención de colgajo cutáneo	500					
Práctica de disección "Sistema reproductivo y sistema urinario en rata de laboratorio"	28					
Prácticas en el laboratorio de farmacología	69					
Práctica "Tránsito intestinal en ratas Wistar sanas"		44			136	97
Práctica "Desarrollo del síndrome metabólico en ratas Sprague Dawley"			127			
Práctica "Curva de dosis respuesta de glucosa en ratas Wistar"			38			
Práctica "Dosis respuesta de un barbitúrico pentobarbital en ratones"			33			
Vías de administración en ratas Wistar				31		
Aparato digestivo y tránsito intestinal en ratas Wistar				87		100
Alteraciones metabólicas en ratas Wistar				57		
Práctica: "Alteraciones metabólicas en ratas Wistar con refresco de cola y azúcares light"					63	
Curso introductorio al manejo de animales de laboratorio (<i>Mus musculus</i>)				79		84
Práctica "Vías de administración en el ratón de laboratorio (<i>Mus musculus</i>)"						60

Nacional de Ciencias de la Nutrición Salvador Zubirán, así como en diversos posgrados en los que han presentado proyectos tales como "Efecto de la cafeína sobre la homeostasis de glucosa en ratas Wistar sanas y con síndrome metabólico", "Efectos diferenciales de dietas altas en grasas vs dietas altas en carbohidratos sobre la homeostasis de glucosa en ratas Wistar sanas y con diabetes experimental".

Y que dichas movi­lidades han derivado en las tesis: "Efecto de la cafeína sobre la homeostasis de glucosa en ratas Wistar sanas y con síndrome metabólico" y "Efectos diferenciales de dietas altas en grasas vs dietas altas en carbohidratos sobre la homeostasis de glucosa en ratas Wistar sanas y con síndrome metabólico".

"Caracterización del efecto protector de la coenzima Q10 en hepatocitos de rata Wistar con hipercolesterolemia inducida con dieta tratada con atorvastatina" "Efectos de la suplementación con chía en la prevención del

daño hepatotóxico inducido por tetracloruro de carbono en ratas Sprague Dawley"

Tabla 4. Alumnos participantes en proyectos de investigación vinculados a la Unidad de Producción, Cuidado y Experimentación Animal

CONCLUSIONES

En este artículo presentamos el caso de la Unidad de Producción, Cuidado y Experimentación Animal, como un ejemplo de la manera en que los laboratorios de experimentación animal pueden contribuir para el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes de pregrado, mediante la motivación que se propicia por el hecho de participar de forma directa en proyectos de investigación dirigidos por profesores investigadores de su escuela y/o de otras universidades y centros de investigación.

Desde el punto de vista metodológico, las estrategias didácticas que se llevan a cabo en los laboratorios

TABLA 4

Año	Proyecto de investigación	No. Alumnos
2010	Efectos de la suplementación con Chía mexicana (<i>Salvia Hispánica L.</i>) sobre el control metabólico en ratas con diabetes experimental	2
	Plantas medicinales y diabetes.	1
	Analgésicos antiinflamatorios no esteroideos y diabetes.	2
	La participación de la Cox-1 periférica en el dolor de origen inflamatorio en condiciones diabéticas.	1
	Efectos hipoglucemiantes de la hoja de papaya en ratas Wistar	3
2011	Estiatis hepática por Síndrome Metabólico en ratas Wistar"	8
	Efectos antioxidantes de la vitamina E en ratas Wistar con Síndrome Metabólico".	4
	Efecto de la administración de Zea mays integral en ratas con síndrome metabólico inducido.	3

como el que aquí se presenta, contribuyen para que los estudiantes se apropien de un protocolo experimental acorde con el conocimiento formal y más aún, que este forme parte de un proyecto de investigación real de largo alcance.

Más allá de la función y organización del laboratorio como espacio didáctico y de adquisición de conocimientos, en este trabajo se aborda la forma en que éste se convierte en un ambiente de aprendizaje propicio para el desarrollo de habilidades investigativas.

En sintonía con lo que plantean Barolliet al (2010), es pertinente que se desarrollen investigaciones que tengan como finalidad analizar el ambiente cognitivo, dentro de los laboratorios experimentales, que es tan fértil y legítimo como cualquier otra situación de enseñanza. El trabajo con los modelos animales y la posterior interpretación de los datos obtenidos, constituyen una etapa fundamental en las investigaciones empíricas y para que tengan un mayor sentido, estas deben vincularse con un cuerpo teórico, el contacto del alumno con el arreglo experimental y con los instrumentos de medición y la interacción entre los componentes del grupo y de éste con el profesor. La experiencia que aquí se reporta indica que los estudiantes están logrando adquirir competencias que de otro modo sería muy difícil o casi imposible adquirir, y que se está aplicando en proyectos académicos concretos vinculados a tesis, artículos y carteles científicos y al trabajo colaborativo con otros investigadores ya formados. Finalmente, cabe destacar que el trabajo que

aquí se presenta constituye un estudio de caso, cuyos resultados y conclusiones se circunscriben a él mismo, pero que es posible comparar con los resultados de otros contextos similares en los que los laboratorios didácticos se convierten en ambiente propicios para el desarrollo de competencias investigativas que favorecen su formación profesional completa y ayudan a la formación de jóvenes científicos en el campo de la salud.

SEMBLANZA DE LOS AUTORES

Araceli Olivares Guerrero. Certificada Internacional como Administradora en Recurso Animal CMAR, ICPM, AALAS; registrada Internacional como Especialista en Animales de Laboratorio RLATG, AALAS. Licenciatura en Administración de Empresas, Maestría en Ciencias de la Educación UVG, Jefa de la Unidad de Producción, Cuidado y Experimentación Animal de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco UPCEA. División Académica de Ciencias de la Salud. Méndez No.2838-A Col. Tamulté, Villahermosa, Tabasco. 993 3581500 ext 6349. araceli.olivares@ujat.mx

Eduardo Morgado Vélez. Egresado de la Licenciatura en Biología, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), a colaborado en proyectos financiados por el Fondo de investigación Reserva de la Biosfera "Pantanos de Centla" y el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco; Ingreso a la UJAT en 2006, donde se integra a la Unidad de Producción Cuidado y Experimentación Animal UPCEA, División Académica de Ciencias de la Salud, recibiendo formación en el cuidado, manejo

y bienestar animal, donde actualmente está a cargo de la colonia reproductora, brinda apoyo en la preparación de los alumnos para sus estancias el verano científico local y nacional: e_morgadov@hotmail.com.

Jorda Aleiría Albarrán Méizer: Profesor Investigador de la División Académica de Ciencias de la Salud, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Médico Cirujano, maestra en ciencias básicas biomédicas, profesora de Fisiología, Fisiopatología e inmunología. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores de Tabasco. Coordinadora del Verano Científico en tu Escuela de la licenciatura de Médico Cirujano Dirección: Calle Aquiles Serdán 203 Col. Gil y Sáenz. Villahermosa Tabasco. jor88159@hotmail.com.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arch, E. (2012). *El uso y producción de modelos biomédicos en la Investigación científica*. Tercer Congreso Internacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de México 2012 y 5o Congreso Latinoamericano LAVEECCS. Memorias en CD-ROM. México D.F. World Trade Center.
- Balch, C., Bleyer, W., Krakoff, H. y Peters, L. (1990). "The vital role of animal research in advancing cancer diagnosis and treatment". *Cancer Bulletin*, No. 42, pp. 266-269.
- Ball, Ch. y Pelco, L. (2006). "Teaching Research Methods to Undergraduate Psychology Students Using an Active Cooperative Learning Approach". *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, vol.17, No.2, pp.147-154.
- Barolli, E., Laburú, C. y Guridi, V. (2010) "Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 9, No. 1, pp. 88-110.
- Bartolomé, M. (1992). Diseños y metodología de investigación desde la perspectiva de la educación intercultural. Educación Intercultural en la Perspectiva de la Europa Unida. X Congreso Nacional de Pedagogía. Actas en CD-ROM. Salamanca: Imprenta Provincial.
- Bernard, C. I. (2005). *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Madrid: Editorial Crítica. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (s/f). Código de buenas prácticas científicas del CSIC. Madrid.
- De la Garza, A., Padilla, L., Garza, J. y Neri, R. (2007). Algunas notas sobre la historia del laboratorio de cirugía experimental. Reflexiones sobre su importancia en la educación e investigación quirúrgica. *Cirugía y cirujanos*, vol. 75, No. 6, pp. 499-505.
- Flores, J., Caballero, M. y Moreira, M. (2009). "El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje". *Revista de Investigación*, vol. 68, No. 33, pp. 75-112.
- Garcés, L. y C. Giraldo. (2012). "Bioética en la experimentación científica con animales: cuestión de reglamentación o de actitud humana". *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 9, No. 1, pp. 59-166.
- García, J. (1985). "Obstáculos para la enseñanza de la metodología de la investigación en Ciencias Sociales. Educación Superior". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, vol. 25, No.1, pp. 99-103.
- García, E., Santos, F., Rodríguez, J. y Carbajo, E. (2005). "Investigación en biomedicina". *Boletín de Pediatría de Asturias*, Cantabria, Castilla y León, No. 45, pp. 151-155.
- Guzmán, M. (2014). Desarrollo de competencias investigativas en estudiantes de Psicología. Estudio comparativo en dos universidades de Tabasco. (Tesis inédita de Doctorado). Universidad del Valle de México campus Santa Fe, México, D.F.
- Hernández, S. (2006). "El modelo animal en las investigaciones biomédicas". *BIOMEDICINA*, vol. 2, No. 3, pp. 252-256.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, vol.12, No.3, pp. 299-313.
- Leite, L. y E. Esteves (2005). "Análise crítica de actividades laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduação". REEC. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.4, No. 1, pp. 1-19.
- León, P. (2002). "La competencia ética, parte de la competencia profesional". *Revista Médica de la Universidad de Navarra*. vol. 46, no. 2, pp. 5-6.
- Merriam, S. B. (1988). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- OCDE. (2000). Proyecto PISA. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos: un nuevo marco de evaluación. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte/INCE.
- Reigosa, C. (2012). "Un estudio de caso sobre la comunicación entre estudiantes en el laboratorio escolar". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 11, No. 1, pp. 98-119.
- Roberts, L. M. (2001). "Developing experimental design and troubleshooting skills in an advanced biochemistry laboratory". *Biochemistry and Molecular Biology Education*, vol. 29, No.1, pp.10-15.
- Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). *Metodología de la investigación Cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Ruiz, C. y Torres, V. (2005). La enseñanza de la investigación en la universidad: el caso de una universidad pública venezolana. En: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-00872005000200002&script=sci_arttext&lng=es. 7 de mayo de 2014.
- Stake, R. (1994). Case studies. In N. K. Denzin y Y.S Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp.236-247). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Stenhouse, L. (1990). Conducción, análisis y presentación del estudio de casos en la investigación educacional y la evaluación en J.B. Martínez Rodríguez: Hacia un enfoque interpretativo de la enseñanza. (pp.69-82). Granada: Universidad de Granada.
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2013). Historia de la División Académica de Ciencias de la Salud. En <http://www>.

-
- ujat.mx/interioradentro.aspx?ID=1930&NODO=68. 25 de abril de 2014
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2014). Oferta educativa de licenciaturas. En <http://www.ujat.mx/interior.aspx?ID=287>. 25 de abril de 2014
- Universidad Nacional Autónoma de México. (1993). Plan de Estudios de la Facultad de Medicina. México: UNAM.
- Vázquez, C., Padilla, S. y Vázquez, M. (1992). "Los inicios de la escuela quirúrgica mexicana". *Revista Mexicana de Angiología*, No. 20, pp. 4-7.
- Wellington, J. (1998). *Practical Work in School Science: which way now?* London: Routledge.
- Zuñiga, J., Tur, M., Milocco, S. y Piñeiro, R. (2001). *Ciencia y tecnología en protección y experimentación animal*. México: McGraw-Hill Interamericana, pp. 3-21.

