

## ANEXO III. MEMORIA FINAL DE PROYECTO

---

*La memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de DIEZ páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato que se publicará en la página web de innovación y en la Revista. La plantilla que se utilizará será:*

TITULO ARTICULO: DESARROLLO DE MANIQUÍES MEDIANTE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN COMO ALTERNATIVA AL USO DE ANIMALES EN DOCENCIA Y COMO RECURSO ESENCIAL EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ALUMNADO

TITLE ARTICLE: DEVELOPMENT OF MANNEQUINS THROUGH THE PLASTINATION TECHNIQUE AS AN ALTERNATIVE TO THE USE OF ANIMALS IN TEACHING AND AS AN ESSENTIAL RESOURCE IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF STUDENTS

Ana Molina\*, Andrés Diz, Nahúm Ayala, Antonio Lora, Alfonso Martínez, Joaquín Vivo, Jose Navas, María Barasona, Francisca Bujalance, Andrés Rueda, Ana Fernández, Estrella Montero, Rosario Moyano  
\*ft2moloa@uco.es (Author with specification for Corresponding Author)  
Universidad de Córdoba

Received: dd/mm/yyyy

Accepted: dd/mm/yyyy

### Abstract

The implementation of the 3Rs principle (Reduction, Refinement and Replacement), described by Russell and Burch in 1959, was the starting point of numerous changes in the use of animals, both in the field of research and teaching. According to the latest report, it is estimated that only about 179,000 laboratory animals are used in the European Union for teaching purposes, representing 1% of the total animals used. Therefore, it is necessary to encourage the use of alternatives and that teachers have resources and good information. Different studies have shown the degree of satisfaction of the students with the use of these alternative methods to the use of animals and, without considering the ethical aspects, as the academic results improved considerably.

For all this, this project is proposed as an essential objective the development of mannequins by plastination techniques of different animals as a teaching resource, applying it as an alternative to the use of animals, and providing teachers with the provision of these resources and essential resources in the process teaching and learning of students, always seeking maximum diffusion among teachers.

The students will be able to have different mannequins in the practical sessions, and / or theoretical / practical of the different disciplines in which the use of animals is necessary.

They will be able to work with a model quite similar to the original without using alive models, they will be able to develop the different techniques and procedures that they would carry out in vivo without need to generate unnecessary stress to the animals by their management by personnel not yet trained for it, avoiding situations that endanger animal welfare (RD 53/2003). The development of these plastinated models will be a fundamental element in the teaching-learning process and without a doubt, this will mean the development of an essential teaching resource for the acquisition of the specific skills in different Biomedical and Science disciplines that are being taught in the official degrees offered by the University of Córdoba that entails the use of animals, such as Veterinary science degree, Biology, Environmental Sciences, Medicine, Nursing, etc.

In section 2 of article 158 of Title V of the Statutes of the UCO, is included among the objectives of the Program for the Development and Control of Teaching, Research and Management, to promote teaching projects aimed at improving quality of teaching, without doubt this supposes the development of an essential teaching resource for the acquisition of the specific skills in different Biomedical and Sciences disciplines that are being taught in the official degrees that the University of Córdoba imparts that entails the use of animals

**Keywords:** mannequins; plastination; alternative methods; animals; 3Rs principle

### Resumen

La implantación del principio de las 3Rs (Reducción, Refinamiento y Reemplazo), descritas por Russell y Burch en 1959, fue el punto de partida de numerosos cambios en la utilización de los animales, tanto en el ámbito de la investigación como de la docencia. Según el último informe, se calcula que solamente en la Unión Europea se utilizan unos 179.000 animales de laboratorio con fines docentes, representando el 1% del total de animales utilizados. Por tanto, es necesario ir propiciando el empleo de alternativas y que el profesorado disponga de recursos y de una buena información. Diferentes estudios han demostrado el grado

de satisfacción de los estudiantes con el empleo de estos métodos alternativos al uso de animales y, sin considerar los aspectos éticos, como los resultados académicos mejoraban considerablemente.

Por todo ello, este proyecto se propone como objetivo esencial la elaboración de maniqués mediante técnicas de plastinación de diferentes animales como recurso docente, aplicando ésta como alternativa al uso de animales, y proporcionando al profesorado la disposición de estos medios y recursos esenciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, procurando siempre su máxima difusión entre el profesorado.

Los alumnos podrán disponer de los distintos maniqués en las sesiones prácticas, y/o teórico/prácticas de las distintas disciplinas en las que sea necesario el uso de animales. Podrán trabajar con un modelo fiel al original sin necesidad de utilizar modelos vivos, podrán desarrollar las distintas técnicas y procedimientos que realizarían *in vivo* sin necesidad de generar un estrés innecesario a los animales por su manejo por personal aún no capacitado para ello, evitando situaciones que hagan peligrar el bienestar animal (RD 53/2003). El desarrollo de estos modelos plastinados resultará un elemento fundamental en proceso de enseñanza-aprendizaje y sin duda, esto supondrá el desarrollo de un recurso docente esencial para la adquisición de las habilidades específicas en distintas disciplinas Biomédicas y de Ciencias que se vienen impartiendo en las titulaciones oficiales que imparte Universidad de Córdoba que conlleve el uso de animales. tales como los Grados en Veterinaria, Biología, Ciencias Medioambientales, Medicina, Enfermería, etc.

En el apartado 2 del artículo 158 del Título V de los Estatutos de la UCO, se recoge entre los objetivos del Programa para el Desarrollo y Control de la Docencia, la Investigación y la Gestión, “Promover proyectos docentes encaminados a una mejora de la calidad de la docencia”, pues sin duda esto supone el desarrollo de un recurso docente esencial para la adquisición de las habilidades específicas en distintas disciplinas Biomédicas y de Ciencias que se vienen impartiendo en las titulaciones oficiales que imparte Universidad de Córdoba que conlleve el uso de animales

**Palabras clave:** maniqués; plastinación; métodos alternativos; animales; principio 3Rs

## 1. INTRODUCCIÓN

La implantación del principio de las 3Rs (Reducción, Refinamiento y Reemplazo), descritas por Russell y Burch en 1959, fue el punto de partida de numerosos cambios en la utilización de los animales, tanto en el ámbito de la investigación como de la docencia. Ya en el artículo 24 de la Convención Europea para la Protección de los Animales Vertebrados utilizados en Experimentación y otros Fines Científicos se especifica: “*aquellos procedimientos llevados a cabo con fines educativos o de entrenamiento se deben restringir a los absolutamente necesarios para los fines relativos a la enseñanza y el entrenamiento y se permitirán únicamente si sus objetivos no pueden ser conseguidos por métodos audiovisuales u otros que sean suficientemente efectivos*”. Es indudable que existe un gran número de métodos alternativos para ser utilizados en la docencia (modelos y maniqués, películas y videos, simulaciones de ordenador, material procedente de mataderos, estudios *in vitro* con líneas celulares, etc.) y que se dispone de información sobre ellos en bases de datos como NORINA o EURCA (*European Resource Center for Alternatives in High Education*), pero aún es elevado el número animales de laboratorio, como ratas, ratones, conejos, etc. para el desarrollo de las habilidades de los alumnos. Según el último informe, se calcula que solamente en la Unión Europea se utilizan unos 179.000 animales de laboratorio con fines docentes, representando el 1% del total de animales utilizados. Por tanto, es necesario ir propiciando el empleo de estas alternativas y que el profesorado disponga de recursos y de una buena información.

Diferentes estudios han demostrado el grado de satisfacción de los estudiantes con el empleo de estos métodos alternativos al uso de animales y, sin considerar los aspectos éticos, como los resultados académicos mejoraban considerablemente.

En el apartado 2 del artículo 158 del Título V de los Estatutos de la UCO, se recoge entre los objetivos del Programa para el Desarrollo y Control de la Docencia, la Investigación y la Gestión, “Promover proyectos docentes encaminados a una mejora de la calidad de la docencia”, pues sin duda esto supone el desarrollo de un recurso docente esencial para la adquisición de las habilidades específicas en distintas disciplinas Biomédicas y de Ciencias que se vienen impartiendo en las titulaciones oficiales que imparte Universidad de Córdoba que conlleve el uso de animales.

Existen varias técnicas de conservación de cadáveres para poder apreciar las características anatómicas de los animales y comprender su función en la docencia práctica. Tradicionalmente, los Departamentos o Unidades de Anatomía y Embriología Veterinarias para su docencia práctica, suelen utilizar material fresco (procedente de mataderos o de cadáveres obtenidos tras el sacrificio humanitario de animales domésticos), muy costoso debido a su poca duración en el tiempo (máximo 7-10 días), o bien, lo más frecuente, material fijado. Para ello, los productos más frecuentemente utilizados por su calidad y bajo coste son el formaldehído como fijador y el fenol como antifúngico. Ambos productos están catalogados como altamente tóxicos y son muy volátiles, por lo que la legislación vigente es muy restrictiva en lo referente a los niveles ambientales permitidos para dichas sustancias, lo que obliga a realizar fuertes inversiones económicas en la instalación de sistemas de extracción adecuados para que los niveles ambientales de formaldehído y fenol sean los permitidos.

Dados los problemas que presentan estos productos, es por lo que permanentemente se buscan alternativas para su sustitución por otros de menor toxicidad, siendo las técnicas de plastinación las que hasta el momento, mejores resultados están proporcionando.

La técnica de plastinación (del término inglés "*plastination*") presenta en la actualidad una gran difusión en todo el mundo dada la gran utilidad que viene demostrando para la docencia e investigación tanto en Anatomía y Embriología, como en otras disciplinas Veterinarias, Médicas o Biológicas, entre ellas Anatomía Patológica, Ginecología, Odontología, Parasitología, Radiología, Zoología, Botánica, etc. Asimismo, recientemente están mostrando gran interés en estas técnicas disciplinas del Área de Humanidades, como Arqueología (entre otras, para la conservación de pecios de madera muy antiguos y frágiles), Bellas Artes (modelos anatómicos para la obtención de moldes, esculturas, etc), lo que nos puede dar una idea del amplio campo de aplicación de dichas técnicas.

La plastinación se basa en la sustitución de los fluidos orgánicos (fundamentalmente el agua tisular y parte de las grasas) por siliconas o epoxis que permiten la conservación del material biológico eternamente, pudiendo ser almacenado sin necesidad de condiciones especiales y con la gran ventaja de ser carente de toxicidad para quien lo manipula. Esta técnica supone, por tanto, una mayor calidad de las piezas obtenidas, secas, inodoras, no tóxicas y con duración ilimitada, lo que permite emplearlas como modelos de enseñanza.

La Unidad Docente de Anatomía y Embriología Veterinarias, es pionera en la instauración de éstas técnicas a nivel nacional, aunque ha supuesto un enorme esfuerzo presupuestario poder adquirir las infraestructuras y productos necesarios para ello, desde el principio los resultados fueron muy satisfactorios.

Además, dicha unidad docente, dispone en sus instalaciones del Campus de Rabanales de un Museo Anatómico Veterinario cuyo objetivo es facilitar al alumnado el estudio y comprensión de las disciplinas anatómicas al permitirle la observación de material anatómico expuesto adecuadamente y accesible en cualquier momento que lo desee, pues la experiencia nos demuestra que el alumno de Anatomía mejora ostensiblemente su formación cuando además de libros de texto, apuntes, esquemas, vídeos, CD-Rom's, etc. dispone de material anatómico a su alcance. Además, la implantación de Planes de Estudio acordes con el Espacio Europeo de Enseñanza Superior, exige la valoración en Créditos de las horas de estudio, y el Museo Anatómico lo consideramos una pieza fundamental para éstos objetivos.

Otro valor añadido de este material es el permitir tanto al alumno como al profesional una formación continuada directa, pues un Museo Anatómico bien estructurado, permite el estudio y sobre todo la "aclaración" de numerosas dudas que se plantean al consultar la bibliografía, pues ésta aunque abundante y de calidad, siempre presenta "lagunas" que pueden resolverse con la observación y análisis directo de preparaciones "reales", las cuales, expuestas adecuadamente permiten visualizar las distintas estructuras presentes en las diferentes regiones y campos anatómicos.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo esencial es la elaboración de maniqués mediante técnicas de plastinación de diferentes animales (ratón, rata, cobaya y conejo) como recurso docente para disciplinas Biomédicas y de Ciencias que se vienen impartiendo en las titulaciones oficiales que imparte Universidad de Córdoba, que conlleve el uso de animales y poner a disposición del profesorado estos medios y recursos esenciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, procurando siempre su máxima difusión entre el profesorado. Para ello nos propusimos:

1. Aplicar esta técnica de plastinación como alternativa al uso de animales, y proporcionar al profesorado la disposición de estos medios y recursos esenciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado.
2. Disminución paulatina de los niveles de gases tóxicos de otro tipo de técnicas incrementando el uso de material anatómico plastinado.
3. Facilitar al profesorado y alumnado el estudio de la Anatomía de diferentes especies animales mediante el uso de preparaciones anatómicas plastinadas de calidad.
4. Formación de una colección de material plastinado de calidad para ser expuesta permanentemente en el Museo Anatómico Veterinario de la UCO (MAV-UCO), que permita al estudiante el acceso directo a las mismas durante el estudio.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una selección de cadáveres de animales (ratón, rata, cobaya y conejo) de ambos sexos procedentes del Servicio de Animales de Experimentación, y se llevaron al laboratorio de Anatomía y Embriología Veterinarias de la Universidad de Córdoba, donde se procedió a partir de éstos al desarrollo de maniqués utilizando la técnica de plastinación.

#### 3.1 PROTOCOLO DE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN

El protocolo de la técnica de plastinación consiste en una serie de pasos que descritos muy brevemente son los siguientes:

- Fijación: Hay varias técnicas dependiendo del material a plastinar, pero todas ellas tienen en común la utilización de formol a distintas concentraciones. En algunos casos, puede suprimirse, o simultanearse con el inicio de la deshidratación.
- Deshidratación y desengrasado: se realiza con pases sucesivos por acetona hasta que el nivel de agua residual es inferior al 2%, por lo que es la fase más costosa en lo referente a material fungible, pues son necesarias grandes cantidades de acetona.
- Impregnación forzada: Es el paso más importante y delicado en esta técnica. Consiste en la sustitución de la acetona por polímeros (siliconas o epoxis) mediante la disminución lenta y progresiva de la presión hasta llegar a 0 mb.
- Curación o polimerización: Consiste en el endurecimiento de las preparaciones previamente impregnadas en polímeros al ser estos expuestos a vapores de endurecedores volátiles (polimerización). Durante esta fase los órganos huecos pueden ser distendidos mediante la utilización de aire comprimido y debe realizarse en ambiente seco, por lo que se utiliza cloruro cálcico o sílica-gel como absorbente de humedad. Es importante en ésta fase posicionar adecuadamente la preparación anatómica para ver bien las estructuras a estudiar.
- Almacenamiento: El material plastinado puede ser almacenado en bolsas plásticas organizadas adecuadamente en estanterías o armarios para su uso en la docencia práctica o teórica, o montadas en vitrinas de metacrilato o peanas cuando por su calidad se destinen a ser expuestas en el MAV-UCO.

Siempre, como paso previo a la técnica de plastinación, se realizó la disección, repleciones vasculares con látex, silicona o resinas epoxi coloreadas para resaltar las estructuras vasculares, cortes anatómicos tomográficos, etc.. Las técnicas anatómicas empleadas dependieron de las estructuras anatómicas que se pretendían observar y de la forma de presentación de las mismas.

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Se han realizado fijaciones de los tejidos y demás estructuras mediante la técnica de plastinación de distintos modelos animales (roedores y conejos), creándose maniqués de diversa forma en función de lo que se pretendía estudiar:

- a) Así por un lado, hay maquetas en las que se podrán estudiar perfectamente todo el sistema visceral de cada especie,
- b) mientras que en otros animales lo que se ha fijado ha sido todo el sistema cardiovascular.

De esta forma, en función de lo que se pretenda mostrar a los alumnos dispondremos de un modelo fiel al real. Son prototipos que pueden servir para realizar simulaciones de abordajes quirúrgicos, así como para practicar por primera vez el acceso a las distintas vías de extracción y administración sanguínea, sin necesidad del uso de animales vivos por parte de personal inexperto.

Los alumnos podrán disponer de los distintos maniqués en las sesiones prácticas, y/o teórico/prácticas de las múltiples disciplinas en las que sea necesario el uso de animales. Podrán trabajar con un modelo fiel al original sin necesidad de utilizar modelos vivos, podrán desarrollar las distintas técnicas y procedimientos que realizarían *in vivo* sin necesidad de generar un estrés innecesario a los animales por su manejo por personal aún no capacitado para ello, evitando situaciones que hagan peligrar el bienestar animal (RD 53/2003).

El desarrollo de estos modelos plastinados resultará un elemento fundamental en proceso de enseñanza-aprendizaje y sin duda, esto supondrá el desarrollo de un recurso docente esencial para la adquisición de las habilidades específicas en distintas disciplinas Biomédicas que se imparten en las titulaciones oficiales de la Universidad de Córdoba que conlleve el uso de animales, tales como los Grados en Veterinaria, Biología, Ciencias Medioambientales, Medicina, Enfermería, etc.

Por otro lado, estos maniqués se encuentran expuestas en el MAV-UCO, además de lo anterior, ejerceran una labor divulgativa muy importante, ya que dichas instalaciones son visitadas por alumnos procedentes de centros de enseñanza ajenos a la UCO, tales como colegios, institutos, centros de formación profesional, etc. Finalmente, la experiencia, nos permite afirmar que el material anatómico plastinado goza de gran aceptación por parte del alumnado y del profesorado, dada su inocuidad, facilidad de manejo, y, por qué no decirlo, la calidad estética de dichas preparaciones en comparación con las preparaciones conservadas en formol u otros fijadores y/o conservadores.

## 5. CONCLUSIONES

Este trabajo nos ha servido para mostrar al alumnado así como al profesorado, la posibilidad del uso de las 3Rs en docencia de muy diversas titulaciones universitarias. Que mediante la técnica de plastinación se pueden crear maniqués de animales de laboratorio fieles al real, que pueden ser utilizados como alternativa al uso de animales en docencia, reduciéndose así la utilización de los mismos por parte de personal inexperto, garantizándose de esta forma la adquisición de mayores destrezas; y por tanto preservando el bienestar animal en el momento que tengan que realizar algún procedimiento *in vivo*.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la colaboración del personal técnico tanto del departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas, como del Servicio de Animales de Experimentación de la Universidad de Córdoba, por su colaboración desinteresada.

## BIBLIOGRAFÍA

Diz, A., Rodríguez-barbudo, M.V., Rivero, J.L.L., Galisteo, A.M., Conde-perez, A.J. “La plastificación como técnica de conservación de material anatómico.” *An. Vet.* 1993/(9-10), p. 49-56

Latorre, R., Bainbridge, D., Tavernor, A., López Albors, O. J. “Plastination in Anatomy Learning: An Experience at Cambridge University.” *Vet Med Educ.* Fall 2016/43(3), p. 226-34

Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero, por el que se establecen las normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia.

<https://eurl-ecvam.jrc.ec.europa.eu/glossary/glossary/alternative-test-methods>

<https://listserv.rediris.es/cgi-bin/wa?INDEXhttp://www.remanet.net/>

<https://norecopa.no/norina/plastinated-rat-dissection>

[https://www.acronymfinder.com/European-Resource-Centre-for-Alternatives-\(animal-rights\)-\(EURCA\).html](https://www.acronymfinder.com/European-Resource-Centre-for-Alternatives-(animal-rights)-(EURCA).html)

<https://eurl-ecvam.jrc.ec.europa.eu/>