



### Artículo Original / Original Article

## Órganos plastinados como recurso de innovación docente en biología de educación secundaria

### Plastinated organs as an innovative teaching tool in biology of secondary schools

Octavio López Albors<sup>1</sup>, Francisco Gil Cano<sup>1</sup>, Rafael Latorre Reviriego<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Anatomía Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Campus de Espinardo, 30100, Murcia, España

Contacto: [albors@um.es](mailto:albors@um.es)

**Cronograma editorial:** *Artículo recibido 01/11/2021 Aceptado: 20/12/2021 Publicado: 01/01/2022*

**Para citar este artículo utilice la siguiente referencia:**

López Albors, O. et al. (2022). Órganos plastinados como recurso de innovación docente en biología de educación secundaria. *EDUCA International Journal*, 2 (1), 86-99.

**Contribución específica de los autores:** Los autores han participado conjuntamente en todas las fases de la investigación.

**Financiación:** No existió financiación para este proyecto.

**Consentimiento informado participantes del estudio:** No procede.

**Conflicto de interés:** Los autores no señalan ningún conflicto de interés.



## Resumen

En educación secundaria la enseñanza de Biología precisa de materiales realistas que permitan conocer la anatomía de los principales organismos vivos. Las opciones más habituales son órganos frescos o conservados en líquidos como formol o alcohol, así como modelos artificiales de plástico. Estos recursos tienen importantes limitaciones como la incomodidad del manejo, la posible toxicidad o el escaso realismo anatómico. Los órganos plastinados son preparaciones biológicas totalmente reales, secas, de duración ilimitada, totalmente seguras en el manejo y de fácil almacenamiento. Mientras que en la enseñanza universitaria se ha demostrado que el uso de este recurso de innovación fomenta la motivación y favorece el aprendizaje, no existen estudios previos que evalúen su uso en enseñanza secundaria. En este trabajo presentamos un proyecto de transferencia desde el ámbito universitario consistente en la integración de órganos plastinados como material docente en las prácticas de Biología de la ESO y Bachillerato. El proyecto consiste en un curso de formación al profesorado que incluye una experiencia de integración real de los órganos plastinados en las prácticas de cada centro educativo. Los materiales se agruparon en “maletines de órganos” correspondientes a las unidades didácticas de sistema circulatorio, respiratorio y digestivo. Durante el proyecto se implementó una metodología que permitió que todos los estudiantes interaccionasen con los mismos materiales y por el mismo periodo de tiempo. Los resultados mostraron un alto grado de motivación y participación del profesorado en el desarrollo del curso. Asimismo, tanto el profesorado como el alumnado mostraron grados muy altos de satisfacción con los órganos plastinados. Este proyecto podría servir de referencia para la introducción progresiva de este nuevo recurso docente en educación secundaria.

## Palabras clave

Plastinación; docencia; biología; educación secundaria; aprendizaje; innovación



## Abstract

Biology is a core subject of the curriculum in secondary education which requires the use of realistic resources to understand the anatomy of living organisms. In addition to fresh organs from butcheries, specimens submerged in formaline or alcohol, or anatomical models are the most commonly used resources. However, all of them have limitations related with the anatomical realism, the commodity of handling or potential toxicity. Plastinated organs are real and permanently preserved specimens, which are completely free of toxicity and can be used at any moment or location without particular precautions. While the use of plastinated materials is quite common in departments of anatomy of Medical or Veterinarian Schools, no previous reports have been found with regards to their use in secondary education. In this work we are presenting a project of transference of innovative materials aimed at integrating the use of plastinated organs in the practical sessions of Biology in secondary education. The project involved the participation of the teachers and among the activities, a direct interaction of the students with the plastinated materials was scheduled. Practices of circulatory, respiratory and nervous systems were carried out with the content of the so called “suitcases of organs”. Those kits were shared among the schools to assure that all the students had access to the same materials for the same period of time. The results demonstrated high motivation and engagement of the teachers in all the activities of the project. Besides, both teachers and students showed very high satisfaction levels with the use of the plastinated organs. This project might serve for the progressive dissemination of the plastinated materials in secondary and high schools.

## Keywords

Plastination; teaching; biology; secondary education; learning; innovation

## Introducción

El estudio de la anatomía del cuerpo humano y de los mamíferos superiores se incluye actualmente en el 3º curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (B.O.E 3/01/2015). En 1º de Bachillerato la asignatura de Biología y Geología comprende un estudio genérico de todos los organismos vivos, con una dedicación poco profunda a los aspectos anatómicos. Además, opcionalmente, algunos centros educativos ofertan una asignatura sobre Anatomía Aplicada para estudiantes de 1º de Bachillerato en la modalidad de ciencias. En todos los casos, se hace necesario contar con materiales educativos que permitan una interacción de los estudiantes con la realidad anatómica. Tradicionalmente, el material más utilizado lo constituyen atlas o libros de consulta con dibujos más o menos artísticos, así como modelos artificiales realizados en plástico y resinas. Complementariamente, también se vienen utilizando videotutoriales u otros



programas disponibles internet. Estos materiales se caracterizan por su fácil acceso y bajo o nulo coste. Además, excepto los modelos anatómicos, en todos los casos la interacción del estudiante con la realidad anatómica es escasa.

Un nivel mayor de interacción lo aporta el empleo de material anatómico real, bien conservado en alcohol o formol, bien en forma de órganos frescos obtenidos en carnicerías. No obstante, ambas opciones presentan importantes limitaciones de uso que minimizan el impacto positivo que aporta el contacto directo con la realidad anatómica. El formol y los alcoholes son bastante nocivos e incluso tóxicos (Elhaer y Mahmoud, 2017, mientras que los órganos en fresco presentan un riesgo biológico, son perecederos, incómodos en el manejo y la eliminación, y no siempre permiten una exposición clara de los detalles anatómicos más relevantes. Por eso, en muchos casos las prácticas con órganos frescos o fijados deben realizarse teniendo en cuenta medidas de protección personal (guantes, mascarillas o gafas).

Los órganos plastinados son piezas anatómicas reales obtenidas mediante un procesado laboratorial en el cual, a partir de órganos frescos, se realiza una sustitución completa del agua de los tejidos por un polímero (Henry, Von Hagens y Seamans, 2019; Sora, Latorre, Baptista y López Albors, 2019). Dadas las características del material resultante, los órganos plastinados tienen una duración ilimitada, no emiten vapores tóxicos por lo que son totalmente seguras y cómodas en el manejo (sin guantes), y no precisan condiciones especiales de almacenamiento. Además, una de sus características más destacables es su realismo anatómico, ya que cualquier detalle o estructura de interés se mantiene en su posición y morfología originales (Latorre y López Albors, 2015). De este modo, los estudiantes disponen de un material no perecedero, realista y que permite una interacción directa con la anatomía, en todo momento y en cualquier lugar.

En la Universidad de Murcia, el grupo de Anatomía y Embriología Veterinarias cuenta con una larga experiencia, de más de 20 años, en la elaboración de recursos docentes plastinados y su utilización en las prácticas de anatomía (Latorre et al. 2001). En el laboratorio de plastinación de la Facultad de Veterinaria se han formado más de 250 profesores y técnicos de sala de disección en las técnicas de plastinación. Además, durante todo este tiempo el laboratorio ha prestado servicios de plastinación a numerosos departamentos de anatomía



humana y veterinaria de diferentes países de Europa. Asimismo, la amplia colección de órganos plastinados de la que disponemos nos ha permitido realizar estudios de valoración del impacto de los recursos plastinados en el aprendizaje de los estudiantes (Latorre et al. 2007; Latorre, Bainbridge, Tavernor y López Albors, 2016).

En la enseñanza universitaria numerosos estudios han demostrado que el empleo de material plastinado en las prácticas de anatomía es muy bien valorado por los estudiantes, fomenta la motivación, y favorece el aprendizaje (Latorre et al. 2007; Nguyen, Pham, Joo y Jeter, 2019). Sin embargo, a pesar de estas propiedades tan ventajosas, su empleo en las prácticas de biología en enseñanza secundaria (ESO y Bachiller), apenas ha sido llevado a cabo. De hecho, solo hemos constatado la existencia de 2 publicaciones en este tema (Douglas, C. y Glover, R., 2003; William, S. y Rae, G., 2019), correspondientes a sendos estudios en “High Schools” de Estados Unidos, donde se obtuvieron resultados concluyentes sobre el gran interés que suscitan en el alumnado, las ventajas que ofrecen respecto a los materiales húmedos tradicionales, y el potencial didáctico para el desarrollo de experiencias de aprendizaje.

## Objetivos

El trabajo que se presenta resume la experiencia en un proyecto piloto para la integración de los órganos plastinados como material docente en las prácticas de Biología de las asignaturas de la ESO y Bachillerato. Se trata de un proyecto en forma de curso de formación para el profesorado de un total de 7 Institutos de Enseñanza Secundaria (IES) de la Región de Murcia y la Comunidad Valenciana.

Los objetivos concretos del proyecto fueron:

- Conocer las posibilidades docentes que ofrecen los órganos plastinados en las prácticas de anatomía
- Motivar al profesorado en el diseño de experiencias innovadoras en las prácticas de Biología de 3º de la ESO y 1º de Bachillerato (Anatomía Aplicada)
- Llevar a cabo una experiencia piloto de evaluación del grado de satisfacción del alumnado con el uso de órganos plastinados en las prácticas



## Metodología

El proyecto incluye elementos metodológicos descriptivos y un análisis semicuantitativo de los resultados experimentales. Se estructura en 8 unidades temáticas (Tabla 1). En las seis primeras se estudian y describen los contenidos que van a servir para contextualizar el desarrollo la fase experimental (sesión 7), en donde, mediante encuestas se cuantifica el grado de satisfacción del profesorado y alumnado, así como su percepción sobre la utilidad para el aprendizaje. En la última sesión se presentan los resultados de la fase experimental y se elaboran las conclusiones. En el proyecto participan 7 centros de Educación Secundaria situados en la Región de Murcia y la Comunidad Valenciana (España). De cada centro participan un mínimo de 1 y un máximo de 3 profesores, con sus asignaturas respectivas.

Tabla 1: relación entre las sesiones, objetivos, duración y presencialidad del proyecto.

Sesión	Objetivos	Horas	Presencial
<b>1. Plastinación de órganos: aspectos técnicos y aplicaciones</b>	Adquirir unas nociones básicas sobre qué es la plastinación, su variedades y aplicaciones	2	No
<b>2. Metodologías utilizadas en las prácticas de biología sobre los contenidos de anatomía</b>	Conocer las metodologías utilizadas en los diferentes centros para impartir las prácticas de los sistemas circulatorio, respiratorio y nervioso en los diferentes centros Buscar patrones de semejanza entre las diferentes metodologías	2	No
<b>3. Estudio anatómico de diferentes sistemas orgánicos con órganos plastinados</b>	Utilizar los maletines de órganos para el estudio anatómico funcional de diferentes sistemas orgánicos Reconocer los detalles anatómicos más relevantes que ofrecen las piezas plastinadas incluidas en los maletines de órganos	3	Si
<b>4. Experiencias de innovación docente con órganos plastinados</b>	Conocer experiencias previas de uso de órganos plastinados en la enseñanza a nivel universitario Compartir opiniones a partir de la lectura de los artículos Extraer algunas conclusiones sobre el impacto de los plastinados en el aprendizaje de los estudiantes	2	No
<b>5. Diseño de un proyecto piloto para la integración de los órganos plastinados en las prácticas de biología</b>	Diseñar un proyecto piloto en cada centro para la integración de los órganos plastinados en las prácticas de sistema circulatorio, respiratorio y nervioso, que incluya objetivos, materiales, personal, variables de estudio, cronograma de ejecución, y cuestionario de satisfacción.	3	No
<b>6. Taller de disección en fresco</b>	Profundizar en el conocimiento anatómico y la técnica de disección en materiales en fresco de	3	Si



	fácil acceso		
<b>7. Ejecución en cada Centro del proyecto con órganos plastinados</b>	Poner en práctica en cada centro el proyecto definido en la sesión anterior	Varía según cada caso	Si
<b>8. Evaluación y exposición de conclusiones del proyecto piloto</b>	Obtener conclusiones a partir de los datos aportados por el proyecto ejecutado en la sesión anterior	1	Si

Las sesiones no presenciales se realizan mediante tutorización directa desde la plataforma de aprendizaje en código abierto Moodle. Dicha tutorización implica la ejecución de algunas tareas por parte del profesorado como lectura de materiales, visualización de vídeos, rellenado de formularios, envío de propuestas, participación en foro, etc. Las sesiones presenciales, por su parte, se realizan en sesión única con materiales preparados previamente para dicho propósito.

De forma más detallada, las sesiones 1, 2, y 4 están orientadas a la formación general y contextualización del proyecto, de ahí que incluyan documentos y tareas para la actualización de contenidos, y de puesta en común de experiencias previas. Las sesiones 3 y 6 son talleres prácticos donde se pretende la interacción directa del profesorado participante con el material plastinado y sus posibilidades docentes. La sesión 5 implica el diseño de una programación didáctica que, en cada centro educativo, integre el uso de los materiales en las prácticas de Biología. En dicha programación se incluye el diseño de sendos cuestionarios, para el profesorado y el alumnado, con el fin de valorar de forma semicuantitativa una serie de ítem relacionados con el grado de satisfacción y el proceso de aprendizaje. La sesión 7 comprende la ejecución *in situ* de dicha programación didáctica, así como la evaluación semicuantitativa de la experiencia docente. Finalmente, la sesión 8 se refiere a las conclusiones, incluidas las que se puedan derivar de los cuestionarios de satisfacción.

## **Materiales**

Los materiales del curso se exponen en la Tabla 2.



Tabla 2: Materiales del proyecto y su relación con las sesiones

Materiales	Sesión/es
Vídeotutoriales	1 y 3
Contenidos formativos en pdf	1 y 3
Cuestionarios on-line para valoración de contenidos	1, 3 y 4
Foros de opinión-discusión	1, 4 y 5
Fichas modelo para rellenar contenidos	2 y 5
Maletines de órganos plastinados de los sistemas circulatorio (especie porcina), respiratorio (especie ovina) y nervioso (especie bovina)	3 y 7
Órganos frescos de cordero: corazón, pulmón y cabeza	6
Material de disección: tijeras, pinzas, guantes, papel	6
Cuestionarios de opinión para profesorado y alumnado	7

Por su singularidad, son de destacar los maletines de órganos. Estos maletines son el medio por el cual se realizará la integración de los plastinados en las prácticas de Biología, de modo que el alumnado de los centros implicados en el proyecto tendrá acceso directo a todos ellos. Se contemplan 3 tipos de maletines. En cada uno de ellos se incluye una selección de órganos plastinados expresamente preparados para estudiar, desde diferentes puntos de vista, la anatomía de los sistemas circulatorio, respiratorio o nervioso. Además de los plastinados también se incluyen láminas fotográficas que actúan a modo de atlas anatómico (Figura 1).



Figura 1: imágenes de dos maletines de órganos plastinados: a la izquierda de sistema nervioso central, y a la derecha de sistema circulatorio

## Cronograma

El proyecto está diseñado para su ejecución en un total de 12 semanas (Tabla 3), 6 de las cuales se dedican a la ejecución de la parte práctica de trabajo experimental en los institutos (Sesión 7).

Tabla 3: distribución temporal de las sesiones (S1 a S8) a lo largo de las semanas (Sem.)

Sem. 1	Sem. 2	Sem.3	Sem.4	Semanas 5 a 10	Sem. 11	Sem. 12
S1-S2	S3-S4	S5		S7	S8	
		S6				

## Cuestionarios de satisfacción

En relación con la sesión 7 (fase experimental del proyecto) se utilizan cuestionarios diseñados *ad hoc* para valorar en qué medida la integración de los plastinados ha influido en la experiencia docente. Se trata de cuestionarios semicuantitativos (escala de Likert de 5 niveles), que se ofrecen tanto al profesorado como al alumnado como encuesta on-line. Los ítems incluidos pretenden evaluar las propiedades del recurso (manejabilidad, realismo anatómico) y su utilidad para el aprendizaje (utilidad para trabajo en grupo, motivación para el estudio, profundización en los contenidos, aprovechamiento del tiempo, uso más allá del laboratorio, repaso de la materia).

## Resultados

El proyecto se desarrolló según el cronograma previsto. A excepción de 2 participantes, todos los participantes completaron el plan de formación según lo previsto. Agrupados por centros (n=7) diseñaron una adaptación de la programación docente que permitiese integrar los órganos plastinados en sus asignaturas (Biología y Geología de 3 ESO o Anatomía Aplicada de 1º Bachillerato). La programación fue implementada durante el periodo experimental con los maletines de órganos en cada centro. Según el plan previsto, todos los grupos dispusieron de un maletín de órganos de cada tipo (circulatorio, respiratorio o nervioso) por un periodo de 2 semanas (Figura 2). Al finalizar este periodo se rellenaron los cuestionarios de satisfacción, con una participación desigual entre centros. En este sentido, aunque de forma general se recibieron cuestionarios de todos los centros implicados, se constató la existencia de centros (n=5) con un alto grado de participación del alumnado, y otros con una participación testimonial. A continuación, se muestran y comentan los resultados de los cuestionarios.



Figura 2: estudiantes utilizando órganos plastinados en clase

Los resultados de las encuestas de satisfacción del alumnado (n=72) se muestran en la Figura 3. Su percepción en relación con el uso de los órganos plastinados demostró que la experiencia de aprendizaje con estos materiales fue muy positiva. Así, en 7 de los 8 ítems de la encuesta se alcanzaron puntuaciones muy elevadas (> 4 puntos sobre un total de 5). El ítem que valora el potencial de los órganos plastinados para ser usados más allá de laboratorio no alcanzó 4 puntos (3,92), pero también se puede considerar altamente satisfactorio.

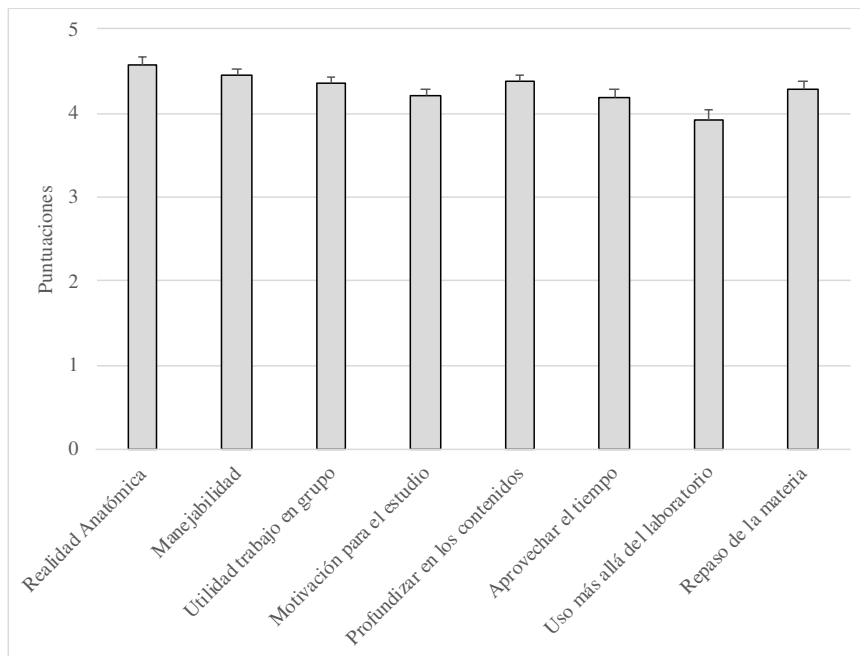


Figura 3: puntuaciones de los ítems de satisfacción del alumnado (media + error estándar de la media)

En cuanto a la satisfacción del profesorado (Figura 4, n=20), se observa un grado de satisfacción todavía mayor que en el alumnado. Todos los ítems destacan por su elevada puntuación (>4 sobre 5) que, en algunos casos, como los ítems “*realidad anatómica*” y “*manejabilidad*” fue superior a 4,7 puntos.

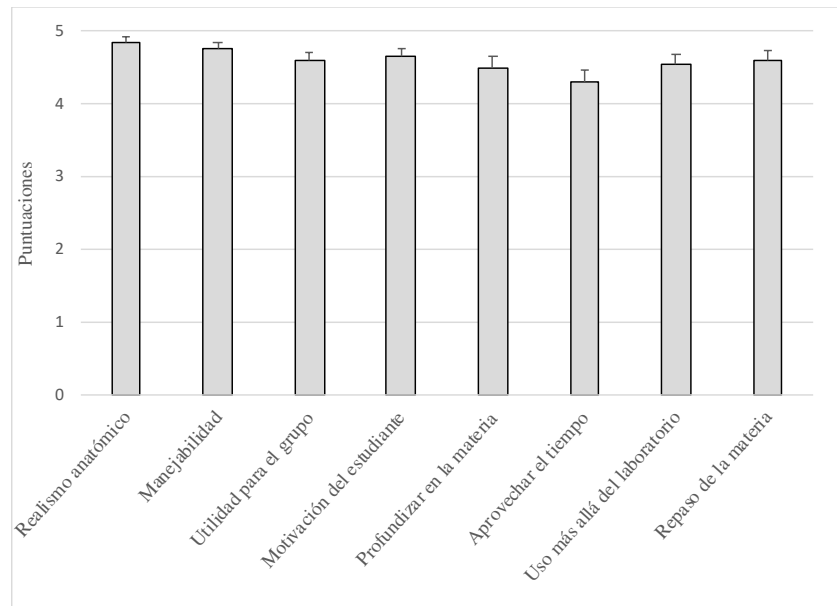


Figura 4: puntuaciones de los ítems de satisfacción del profesorado (media + error estándar de la media)

## Conclusiones

El proyecto desarrollado ha permitido validar la integración del nuevo recurso “órganos plastinados” en las prácticas de Biología de la ESO y Bachillerato. Tanto el profesorado como el alumnado mostraron unos grados de satisfacción muy elevada con la experiencia docente realizada. Este proyecto desarrollado en forma de curso de profesorado podría servir de modelo para la diseminación del conocimiento de estos materiales a otros centros de educación secundaria. Como posible limitación del proyecto se ha constatado una cierta heterogeneidad en el grado de participación del alumnado por centros, de ahí que, como acción de mejora, se plantea el establecimiento de un número mínimo de estudiantes (al menos el 40% del alumnado) para la inclusión del centro en el análisis de resultados.



## Referencias bibliográficas

B.O.E (03/01/2015) Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Douglass, C., y Glover, R. (2007) Preservation technology enhances biology teaching. *The American Biology Teacher*, 65(7), 503-510.

Elhaer, N.S.M. y Mahmoud N.A.E (2017) Toxic effects of formalin-treated cadaver on medical students, staff members, and workers in the Alexandria Faculty of Medicine. *Alexandria Journal of Medicine*, 53(4), 337-343. <https://doi.org/10.1016/j.ajme.2016.11.006>

Henry, R., von Hagens, G. y Seamans G. (2019) Cold temperature/Biodur®/S10/von Hagens'—Silicone plastination technique. *Anat Histol Embryol*. 2019; 48:532–538. <http://doi.org/10.1111/ah.12472>

Latorre, R., Vázquez, J.M., Gil, F., Ramírez, G., López Albors, O., Orenes, M., Martínez Gomariz, F. y Arencibia, A (2001) Teaching anatomy of the distal equine thoracic limb with plastinated slices. *The Journal of the International Society for Plastination* 16: 23-30

Latorre, R., García-Sanz, M.P., Moreno, M., Hernández, F., Gil, F., López Albors, O., Ayala, M.D., Ramírez, G., Vázquez, JM., Arencibia, A. y Henry. RH. (2007) How useful is plastination in learning anatomy? *Journal Veterinary Medical Education*, 34(2), 172-176 <http://doi.org/10.3138/jvme.34.2.172>

Latorre R. y López Albors O. (2015) Guides and protocols for a good practice. VI Plastination. *Eur. J. Anat.* 19 (S1), 39-45

Latorre, R., Bainbridge, D., Tavernor A., y López Albors, O. (2016) Plastination in anatomy learning: an experience at Cambridge University. *Journal Veterinary Medical Education*, 43(3), 226-234. <http://doi.org/10.3138/jvme.0715-113R1>

Nguyen, V.H., Pham, P.T., Joo, K., y Jeter, C.B. (2019) Dental students' and residents' opinions and performance of anatomy learning via cadavers or plastinated specimens. *Journal of Plastination*, 31(1), 6-13.



Sora, M.C., Latorre, R., Baptista. C. y López Albors, O. (2019) Plastination—A scientific method for teaching and research. *Anat Histol Embryol.* 2019; 48:526–531. <http://doi.org/10.1111/ah.12493>

William, S. y Rae, G. (2019). Exciting New Orleans youth with plastinated anatomical specimens. *Faseb Journal. Experimental Biology 2019 Meeting Abstracts* n°. 33, No. 1, pp. 441.2-441.2.