
DESARROLLO DE UN MANUAL DIGITAL SOBRE LA TÉCNICA DE DIAFANIZACIÓN PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA ÓSEO EMBRIONARIO: ENFOQUE DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE HISTOTECNOLOGÍA

Development of a digital manual on the diaphanization technique for the study of the embryonic bone system: an approach directed at students of Histotechnology

María Gabriela Romero Bolívar ¹

Mariell Milagros Pérez Ayala ²

Franklin Horacio Lozada Maldonado ³

¹ Universidad Arturo Michelena. ORCID: 0009-0001-7548-691x.

² Universidad Arturo Michelena. ORCID: 0009-0007-2734-0039.

³ Universidad Arturo Michelena. ORCID: 0000-0002-0695-8637.

Resumen

El presente trabajo de grado se fundamenta a una investigación cuantitativa, enmarcando a un diseño de campo, de tipo proyectivo y bajo la modalidad de proyecto factible, teniendo como objetivo elaborar un manual digital sobre la técnica de diafanización para el estudio del sistema óseo embrionario, dirigido a los estudiantes de Histotecnología II de la Universidad Arturo Michelena. Es preciso mencionar que la población estuvo conformada por 98 estudiantes de la asignatura antes mencionada y la muestra quedó representada por 35 estudiantes, seleccionados bajo un criterio intencional no probabilístico. Se utilizó la encuesta como técnica metodológica, elaborando como instrumento de recolección de datos un cuestionario dicotómico, constituido por 9 ítems, el cual fue validado por tres expertos, un profesional Licenciado en Histotecnología, otro en Bioanálisis y un metodólogo. Seguidamente, tras la aplicación de la propuesta a la muestra seleccionada y el análisis de los resultados, la autora concluyó que el 80% de los encuestados expresan la necesidad de la implementación de este manual especializado, ya que se considera una guía didáctica e ilustrativa que garantizará el aprendizaje sobre la técnica de diafanización y fomentará el crecimiento profesional en el área de histotecnología, además de ampliar sus conocimientos relacionados con el sistema óseo embrionario.

Palabras Clave: manual digital, diafanización, sistema óseo embrionario, histotecnología

Abstract

This degree work is based on a quantitative research, framing a field design, projective type and under the modality of a feasible project, aiming to elaborate a digital manual on the diaphanoization technique for the study of the embryonic bone system, aimed at Histotechnology II students at the Arturo Michelena University. It should be mentioned that the population consisted of 98 students of the aforementioned subject and the sample was represented by 35 students, selected under an intentional non-probabilistic criterion. The survey was used as a methodological technique, elaborating as a data collection instrument a dichotomous questionnaire, consisting of 9 items, which was validated by three experts, a professional with a degree in Histotechnology, another in Bioanalysis, and a methodologist. Next, after applying the proposal to the selected sample and analyzing the results, the author concluded that 80% of the respondents expressed the need to implement this specialized manual, since it is considered a didactic and illustrative guide that It will guarantee learning about the clearing technique and will promote professional growth in the area of histotechnology, in addition to expanding their knowledge related to the embryonic bone system.

Keywords: digital manual, diafanization, embryonic bone system, histotechnology.

Introducción

El sistema óseo humano está compuesto por huesos que proporcionan soporte estructural, protegen los órganos internos y cumplen funciones esenciales como la producción de células sanguíneas y el almacenamiento de triglicéridos. Este tejido es dinámico y se somete a un proceso continuo de remodelación, donde el hueso viejo es reemplazado por nuevo (Tortora & Derrickson, 2014). La formación del sistema óseo inicia en la sexta semana de gestación, a través de un proceso conocido como osteogénesis, que depende de células osteoprogenitoras sensibles a estímulos

moleculares. Estas células derivan de células madre mesenquimatosas, las cuales pueden diferenciarse en osteoblastos, adipocitos y condrocitos, entre otros (Junqueira & Carneiro, 2014).

Se distinguen dos tipos principales de osificación: intramembranosa y endocondral. La osificación intramembranosa ocurre sin la formación previa de cartílago, mientras que la osificación endocondral utiliza un molde de cartílago como precursor del hueso (Junqueira & Carneiro, 2014). En la osificación endocondral, el cartílago es gradualmente reemplazado por tejido óseo durante el desarrollo fetal, completándose en la adultez. Este proceso involucra la diferenciación de células mesenquimatosas en condrocitos y posteriormente en osteoblastos, mediante una serie de eventos complejos que incluyen proliferación celular y mineralización de la matriz extracelular (Ross & Pawlina, 2016; Gartner & Hiatt, 2015).

El sistema óseo también cuenta con zonas específicas de crecimiento, como el cartílago epifisario en los huesos largos, donde se observan fases de proliferación y calcificación del cartílago. Estas zonas son fundamentales para el crecimiento longitudinal de los huesos (Gartner & Hiatt, 2015). Las estructuras óseas varían según su función: los huesos planos, como los del cráneo, se desarrollan por osificación intramembranosa, mientras que los huesos largos, como el fémur, lo hacen por osificación endocondral (Tortora & Derrickson, 2014; Junqueira & Carneiro, 2014).

La histotecnología, que proporciona una manipulación y preparación de material biológico para su estudio a nivel microscópico, es fundamental para el análisis del sistema óseo. Una técnica valiosa en este campo es la diafanización, la cual permite visualizar el desarrollo óseo mediante la decoloración y tinción de tejidos embrionarios. Un estudio realizado en Colombia utilizó la técnica de diafanización con alizarina para identificar centros de osificación (Lozano & Martínez, 2015). Dado que el aprendizaje de estas técnicas puede fortalecerse con materiales didácticos, se propone la creación de un manual digital que apoye la formación de estudiantes en histotecnología, facilitando su comprensión del desarrollo óseo embrionario y su análisis mediante técnicas histológicas (Vargas & Morales, 2015; Cañizares, 2020). Es por todo lo antes expuesto que el objetivo principal de este estudio es desarrollar un manual digital sobre la técnica de diafanización, para el estudio del sistema óseo embrionario, dirigido a los estudiantes de histotecnología de la Universidad Arturo Michelena, con el propósito de proporcionar herramientas pedagógicas que optimicen su proceso de aprendizaje.

Materiales y Métodos

Este estudio sigue un enfoque cuantitativo, que implica la recolección y análisis de datos con base en la medición numérica para identificar patrones de comportamiento en una población, apoyándose en las necesidades observadas en los estudiantes de Histotecnología de la Universidad Arturo Michelena (Hernández Sampieri et al., 2014; Tamayo, 2015; Sabino, 2016). El diseño de investigación es de campo, lo que permite la caracterización directa de los hechos observados para describir su estructura o comportamiento. Además, se trata de una investigación proyectiva, orientada a desarrollar una propuesta que solucione un problema específico, partiendo de un diagnóstico claro (Tamayo, 2015; Martínez & López, 2019).

La investigación es de tipo proyectiva bajo la modalidad de proyecto factible, ya que busca proponer un manual digital sobre la técnica de diafanización, el cual resolvería la necesidad de mejorar el aprendizaje de los estudiantes de Histotecnología. Esta propuesta también sigue la modalidad de proyecto factible, que consiste en desarrollar un modelo operativo viable, en este caso, el manual como herramienta pedagógica (Martínez & López, 2019). Se trabajaron dos variables principales: el manual digital y la técnica de diafanización del sistema óseo embrionario.

La población objetivo está conformada por los estudiantes de la Licenciatura en Histotecnología de la Universidad Arturo Michelena. Dado que la población es extensa, se seleccionó una muestra

representativa de 35 estudiantes cursantes de la asignatura Histotecnología III, usando un muestreo no probabilístico intencional. Los criterios de inclusión fueron los estudiantes que ya habían cursado la asignatura de Histotecnología II, mientras que los de exclusión consistieron en aquellos que no han cursado o se encuentran cursando la mencionada asignatura al momento de su aplicación (Tamayo, 2015).

Se utilizó una encuesta con preguntas cerradas, dicotómicas (sí/no), estructurada en 9 ítems que evalúan las variables del estudio, específicamente el manual digital y la técnica de diafanización del sistema óseo embrionario. Estas variables fueron analizadas a través de dimensiones clave. Para la variable del manual digital, se incluyeron indicadores como el beneficio percibido, la utilidad, la importancia y la necesidad de contar con este recurso como herramienta didáctica. Por otro lado, la variable de la técnica de diafanización fue evaluada mediante indicadores relacionados con el conocimiento teórico del tema, la comprensión de los pasos específicos del procedimiento y la capacidad para reconocer las características macroscópicas del sistema óseo embrionario. La encuesta, permitió estructurar interrogantes claras que reflejaron tanto la percepción como el nivel de aprendizaje de los estudiantes sobre estas variables.

En cuanto a los aspectos éticos, el estudio cumplió con los principios de respeto, confidencialidad y consentimiento informado, garantizando que los estudiantes participaron de forma voluntaria y que sus datos fueron tratados de manera confidencial. Asimismo, se obtuvieron los permisos institucionales correspondientes para realizar la investigación en la Universidad Arturo Michelena, asegurando el cumplimiento de las normativas académicas y éticas requeridas.

Los resultados fueron analizados utilizando herramientas estadísticas que garantizaron la reproducibilidad del estudio. En este sentido, se empleó el coeficiente de Kuder-Richardson (KR-20), para evaluar la confiabilidad del cuestionario aplicado. Este análisis arrojó un valor de 0,90, evidenciando un alto nivel de consistencia interna en las respuestas, lo que asegura que el instrumento mide de manera precisa los conocimientos y percepciones de los participantes sobre la técnica de diafanización.

Además, se utilizó un análisis descriptivo para interpretar los datos obtenidos, destacando frecuencias y porcentajes que reflejaron las tendencias y necesidades de los estudiantes. Cabe señalar que, estas herramientas estadísticas no solo respaldaron la calidad y validez de los resultados obtenidos, sino que también garantizaron que el estudio pueda ser replicado en otras investigaciones futuras, fortaleciendo su valor académico y científico.

Resultado

El presente estudio evaluó la factibilidad y la utilidad de un manual digital sobre la técnica de diafanización para el estudio del sistema óseo embrionario, dirigido a estudiantes de Histotecnología II de la Universidad Arturo Michelena. Se aplicó una encuesta dicotómica a una muestra de 35 estudiantes, obteniendo los siguientes resultados.

• Beneficio y utilidad del manual digital

El 80% de los encuestados consideró que un manual digital sería beneficioso para mejorar su aprendizaje, mientras que el 20% restante no lo vio como una herramienta útil. En cuanto a su utilidad, el 80% de los estudiantes afirmó que un manual digital sobre la técnica de diafanización les sería útil en sus estudios, lo cual coincide con investigaciones previas que señalan la efectividad de los recursos digitales en la mejora del aprendizaje práctico en áreas biomédicas. Este hallazgo coincide con investigaciones previas, como la de Lozada Maldonado, F. H., & Mobili Rocco, D. A. (2024), que destacan cómo los entornos virtuales en la enseñanza de histología mejoran la retención de información y facilitan el acceso a contenidos complejos, optimizando el rendimiento de los

estudiantes en áreas biomédicas. De igual modo, Chiou, Huang y Chen (2021), destacan que los manuales digitales fomentan una mayor retención de información y facilidad de acceso a los contenidos, mejorando así el desempeño de los estudiantes.

- **Conocimiento sobre la técnica de Diafanización**

El 80% de los estudiantes afirmó conocer qué es la técnica de diafanización, lo que refleja un grado general de familiaridad con la técnica. Sin embargo, cuando se les preguntó sobre el procedimiento específico de la técnica, solo el 20% manifestó tener claridad sobre los pasos involucrados. Esto coincide con estudios que señalan la necesidad de materiales didácticos que expliquen detalladamente las técnicas histológicas debido a la complejidad de los procedimientos (Galli, Bianchi & Marini, 2018).

- **Importancia de reconocer el sistema óseo embrionario**

El 100% de los encuestados reconoció la importancia de conocer el sistema óseo embrionario para su formación como Histotecnólogos. Sin embargo, ninguno de los estudiantes (0%) fue capaz de identificar las características macroscópicas del sistema óseo embrionario, y solo el 20% afirmó conocer el proceso de su desarrollo. Este déficit coincide con la necesidad identificada por Hannon y Gorman (2019), quienes sugieren que el aprendizaje de sistemas complejos, como el sistema óseo, requiere recursos visuales e instructivos más accesibles y comprensibles.

- **Necesidad de un manual digital**

Se pudo determinar que el 80% de los estudiantes consideró necesario contar con un manual digital sobre la técnica de diafanización, ya que este material podría cubrir las brechas de conocimiento observadas. Este resultado está en línea con estudios previos que demuestran la efectividad de los recursos digitales en la enseñanza de técnicas histológicas, mejorando tanto la comprensión como la aplicación práctica en el laboratorio (González et al., 2023).

Síntesis de los resultados

Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes reconocen el valor de contar con un recurso didáctico digital que aborde de manera detallada tanto el procedimiento técnico de la diafanización como los fundamentos teóricos del sistema óseo embrionario. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar un manual digital que no solo fortalezca la parte teórica sino también proporcione guías claras y prácticas para la ejecución de la técnica en el laboratorio.

Discusión

La investigación realizada sobre la necesidad de un manual digital para la técnica de diafanización del sistema óseo embrionario ofrece una perspectiva clara sobre la preparación y formación de los estudiantes en la Licenciatura en Histotecnología. La recolección de datos a través de encuestas cerradas permitió obtener resultados significativos, donde el 80% de los encuestados afirmó que un manual digital no solo sería beneficioso, sino esencial para su desarrollo profesional. Este hallazgo resuena con la literatura existente, que enfatiza la importancia de los recursos digitales en la educación contemporánea, sugiriendo que estos materiales pueden mejorar la comprensión teórica y práctica de las técnicas histológicas (Pérez, 2019). La capacidad de acceder a información de calidad en formatos digitales es cada vez más relevante en un entorno académico que valora la inmediatez y la eficiencia en el aprendizaje.

Por otro lado, el hecho de que el 100% de los encuestados conociera el propósito de la diafanización, pero solo el 80% comprendiera su procedimiento, indica una brecha importante en el aprendizaje que debe ser abordada. Esta discrepancia sugiere que, aunque los estudiantes son conscientes de la relevancia de la técnica, la falta de un recurso didáctico claro y accesible impide

una comprensión profunda de su aplicación práctica. La literatura apoya esta necesidad, destacando que guías didácticas bien estructuradas pueden facilitar la enseñanza y el aprendizaje de técnicas complejas (Martínez, 2020). Por lo tanto, se hace necesario proporcionar a los estudiantes un material que explique de manera sencilla y directa los procedimientos involucrados en la diafanización, así como los reactivos a emplear, con el fin de asegurar una formación integral.

Además, los resultados evidencian que el 100% de la muestra no puede identificar las características macroscópicas del sistema óseo embrionario, lo que resalta una necesidad crítica en la formación de los futuros profesionales. Este conocimiento es fundamental, ya que la identificación de las características del tejido óseo es un requisito previo para la aplicación efectiva de la técnica de diafanización. La literatura señala que la capacitación adecuada en la identificación de estructuras anatómicas es esencial para la práctica de la histotecnología, ya que una comprensión sólida de estas características permite a los estudiantes aplicar técnicas de manera más eficiente y efectiva (Rodríguez, 2018). La implementación de un manual digital que incluya descripciones claras y visualizaciones podría, por lo tanto, cerrar esta brecha de conocimiento y facilitar el aprendizaje práctico en el laboratorio.

Los resultados de esta investigación subrayan la necesidad de un cambio en la forma en que se aborda la enseñanza de técnicas histológicas, en especial la diafanización. Con base en la información recopilada, se concluye que existe un interés genuino entre los estudiantes por contar con un recurso que les permita profundizar en su comprensión de esta técnica crucial. La creación de un manual digital podría no solo mejorar su conocimiento teórico, sino también brindarles herramientas prácticas para aplicar lo aprendido en entornos de laboratorio. Además, este recurso podría fomentar una mayor curiosidad e interés en la materia, motivando a los estudiantes a continuar explorando y aprendiendo sobre la Histotecnología.

En cuanto a las recomendaciones para futuras investigaciones, se sugiere la creación y evaluación de materiales didácticos digitales que aborden de manera específica las técnicas histológicas, enfatizando la claridad y accesibilidad de la información. Esto podría incluir la realización de estudios que comparen la efectividad de diferentes métodos de enseñanza, especialmente en el uso de recursos digitales en la formación de estudiantes de Histotecnología. También se propone la ampliación de la muestra a otras instituciones para permitir una comparación más amplia sobre la necesidad y uso de recursos digitales en la educación histotécnica. Por último, sería valioso investigar la incorporación de tecnologías emergentes, como aplicaciones móviles o plataformas interactivas, que puedan complementar el aprendizaje de la diafanización y otras técnicas histológicas, haciendo que el aprendizaje sea más dinámico y accesible.

Referencias Consultadas

- Chiou, H. J., Huang, Y. T., y Chen, J. W. (2021). *The impact of digital teaching materials on learning effectiveness in medical education*. Journal of Medical Education Technology, 17(3), 120-125.
- Cañizares, D. (2020). Manual digital sobre técnicas histológicas en histotecnología. Revista UAM Investig, 5(1), 67-79.
- Gartner, L. P., y Hiatt, J. L. (2015). *Tratado de histología* (4.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Galli, G., Bianchi, S., y Marini, R. (2018). *Educational strategies in histotechnology: A review of current teaching practices*. Journal of Histotechnology, 41(4), 203-210.
- González, M., Labrador, Y., Lozada, F., Mobili, D., y Pérez, M. (2023). *Simulador didáctico-interactivo de técnica histológica: Una herramienta de aprendizaje para la carrera de Histotecnología de la Universidad Arturo Michelena*. Educación en Contexto, 9(17), 169-195. Recuperado de <https://educacionencontexto.net/journal/index.php/una/article/view/202>

- Hannon, A., y Gorman, M. (2019). *Visual learning tools in medical education: Benefits of digital resources for complex systems understanding*. Medical Teacher, 41(6), 567-572.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Junqueira, L. C., y Carneiro, J. (2014). *Histología básica: texto y atlas* (12.^a ed.). Médica Panamericana.
- Lozada Maldonado, F. H., y Mobili Roccaro, D. A. (2024). *Entornos virtuales para la enseñanza de histología: Innovación en ciencias de la salud*. Revista Boliviana de Educación (REBE), 6(11), 55-61. <https://doi.org/10.61287/rebe.v6i11.1182>
- Lozano, P., y Martínez, L. (2015). *Técnica de diafanización con alizarina para el estudio del desarrollo óseo*. Revista Colombiana de Ciencias Morfológicas, 12(2), 45-56.
- Martínez, L. (2020). *Guías didácticas en Histotecnología: importancia y aplicación*. Revista de Histotecnología.
- Martínez, S., & López, F. (2019). *Factibilidad de proyectos de investigación*. Revista Universidad Ciencia e Investigación, 7(2), 45-56.
- Pérez, M. (2019). *El uso de recursos digitales en la educación: un análisis*. Revista de Educación y Tecnología.
- Rodríguez, J. (2018). *Capacitación en identificación de estructuras anatómicas*. Journal of Histotechnology.
- Ross, M. H., y Pawlina, W. (2016). *Histología: texto y atlas* (7.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Sabino, C. (2016). *Métodos de investigación* (3.^a ed.). Panapo.
- Tamayo, M. (2015). *El proceso de la investigación científica* (4.^a ed.). Limusa.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2014). *Principios de anatomía y fisiología* (14.^a ed.). Panamericana.
- Vargas, M., y Morales, C. (2015). *Procesos histotecnológicos aplicados en tejido vegetal y animal*. Revista Car Histotecnología, 14(3), 34-42.