



Artículo Original / Original Article

La microscopía virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje de histología para estudiantes de veterinaria

Virtual microscopy in the teaching-learning process of histology for veterinary students.

María José García Iglesias¹; Ana Balseiro Morales¹; Paulino de Paz Cabello²; Valentín Pérez Pérez¹; María del Carmen Ferreras Estrada¹; Juan Francisco García Marín¹; Claudia Pérez Martínez¹

¹Departamento de Sanidad Animal. ²Departamento de Biología Molecular.

Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 240071 León. España

Email de correspondencia: abalm@unileon.es

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

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia:

García-Iglesias, M^a. J. et al. (2022). La microscopía virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje de histología para estudiantes de veterinaria. *EDUCA International Journal*, 2 (1), 63-85.

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

La microscopía virtual (MV) es un recurso digital que resuelve las limitaciones de acceso restringido temporal y espacial de los estudiantes de Citología e Histología (CH) a las preparaciones histológicas que tradicionalmente visualizan con un microscopio óptico (MO). El objetivo es valorar el efecto de la implementación de la MV como un recurso complementario en la docencia universitaria convencional de histología veterinaria. Se evaluó la participación de los estudiantes en este recurso digital, su rendimiento académico y su satisfacción mediante una encuesta. La muestra estaba constituida por 113 estudiantes matriculados en CH veterinaria durante el año académico 2018-19. La enseñanza práctica consistía en el uso de microscopía óptica presencial e imágenes digitales de tejidos (MVT) y órganos (MVO) disponibles en Moodle. La evaluación de conocimientos prácticos se realizó mediante dos exámenes presenciales para identificar tejidos y órganos en imágenes estáticas e identificación y descripción de órganos utilizando MO. Los estudiantes realizaron actividades en Moodle para su autoevaluación: 3 cuestionarios y una tarea con MV para preparar el examen presencial con MO. El análisis estadístico demostró una correlación significativa entre el uso de MVO y MV total (todas las imágenes virtuales) y las calificaciones de los exámenes prácticos, cuestionarios online y nota final de la asignatura. Se encontró también una correlación significativa entre la calificación del examen realizado con MO y la tarea online para preparar este examen. Los alumnos que aprobaron los exámenes prácticos habían entrado un número significativamente mayor en MVO y MV total que los suspensos. Los estudiantes que superaron la asignatura también habían participado más activamente en la MV y consiguieron calificaciones más altas. La encuesta reveló la satisfacción de los estudiantes con este recurso digital. Estos resultados indican que el uso de MV, como complemento a la microscopía convencional, tiene un efecto positivo sobre el rendimiento de los estudiantes de CH veterinaria.

Palabras clave

Histología; Grado Veterinaria; microscopía virtual; rendimiento académico; satisfacción de estudiantes.



Abstract

Virtual microscopy (VM) is a digital resource that addresses the limitations of restricted temporal and spatial access of students of Cytology and Histology to histological slides traditionally viewed with an optical microscope (OM). The aim is to assess the effect of the implementation of VM as a complementary resource in conventional university teaching of veterinary histology. Students' participation in this online resource, their academic outcomes and their degree of satisfaction by survey were evaluated. The study was conducted on 113 students enrolled in CH during the 2018-19 academic year. Practical teaching consisted of face-to-face light microscopy and digital tissue (TVM) and organ (OVM) images available on Moodle. The assessment of practical knowledge was carried out by two face-to-face exams to identify tissues and organs in static images and another one for identification and description of organs with MO. Students also carried out online activities (Moodle) for self-assessment: 3 questionnaires and a task with VM to prepare for the face-to-face exam using MO. Statistical analysis showed a significant correlation between the use of MVO and total MV (all virtual images) and the scores of the practical exams, online questionnaires, and final score of the subject. A significant positive correlation was also found between the MO exam scores and the online homework to prepare for this exam. Students who passed the practical exams had significantly more access to MVO and total MV than those who failed. The students who passed the subject had also been more actively involved in the MV and achieved higher scores. The survey revealed student satisfaction with this digital resource. These results indicate that the use of MV by veterinary histology students, as a complement to conventional microscopy, has a positive effect on the outcome of veterinary CH students.

Keywords

Histology; Veterinary Science; virtual microscopy; learning outcomes; student satisfaction survey.



Introducción

La asignatura de Citología e Histología en el Grado en Veterinaria requiere de una enseñanza principalmente práctica que se basa en la morfología microscópica. Su objetivo es el estudio, en condiciones de normalidad, de las células, los tejidos y su organización en órganos. En este sentido, un adecuado aprendizaje de las estructuras histológicas sirve como base para facilitar el estudio histopatológico relacionado con el diagnóstico de las enfermedades.

La enseñanza de histología se basa principalmente en el uso de una metodología práctica presencial que incluye la observación con microscopía óptica convencional en un laboratorio. Otro recurso fuera del laboratorio es la iconografía recogida en imágenes estáticas proporcionadas a través de la web, los libros y atlas, las cuales no proporcionan tanta información como la observación directa con el microscopio óptico. La microscopía óptica convencional tiene como limitación el acceso restringido temporal y espacial de los estudiantes al material que va a ser fuente de su evaluación (Samar y Avila, 2007), lo que puede solventarse con la incorporación en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Microscopía Virtual (MV) (Samar y Avila, 2007; Alotaibi y ALQahtani 2016; Marrero Pérez, Sánchez Rivero, Santana Machado, Pérez de León y Rodríguez Gómez, 2016; Kuo y Leo, 2018; Ordi et al., 2021).

El objetivo de nuestro estudio fue valorar el efecto de la implementación de la microscopía virtual en la enseñanza práctica de la histología veterinaria, como un recurso complementario a la microscopía óptica. Para ello, se analizó la relación entre la participación de los estudiantes en este nuevo recurso digital y su rendimiento académico (calificaciones en los exámenes prácticos y calificación final de la asignatura que incluye la adquisición de conocimientos prácticos y teóricos) durante el curso académico 2018-19. Igualmente, también se evaluó el grado de satisfacción de los estudiantes con este método virtual.

Material y Métodos

Muestra de estudio

El estudio se realizó con 113 alumnos que cursaron la asignatura de “Citología e Histología” del Grado en Veterinaria de la Universidad de León (ULE) (España) durante el curso académico de 2018-19. Esta asignatura se imparte en el segundo semestre del primer



curso y consta de 6 créditos europeos (ECTS), con 8 horas teóricas y 45 horas de docencia práctica, además de 3 horas dedicadas a tutorías grupales y 6 horas a la evaluación de los conocimientos adquiridos.

Elaboración de material docente virtual

Se procedió a la obtención de una colección de imágenes digitales de tejidos y órganos mediante el escaneo de las preparaciones histológicas que se utilizaron en las sesiones prácticas llevadas a cabo en el laboratorio mediante microscopía convencional. Para ello, se usó el sistema de microscopía virtual VS-ASW sobre el microscopio BX51 (OLYMPUS) que se encuentra en el Servicio de Microscopía de la ULE. Las imágenes digitales, de muy alta resolución, se catalogaron y almacenaron para su posterior uso. Se preparó un recurso docente online denominado “Sistema de Microscopía Virtual”, localizado en un servidor informático del Servicio de Informática y Comunicaciones de la ULE, que permite el acceso de los estudiantes a las imágenes digitales.

Disponibilidad de las imágenes virtuales

El sistema de MV permite a los estudiantes de esta asignatura visualizar en sus ordenadores o equipos móviles (tabletas, teléfonos inteligentes) la imagen digital de la preparación microscópica y recorrerla en toda su extensión a diferentes aumentos (desde 4x a 40x). La Figura 1 muestra el aspecto de la aplicación tal y como se ve en el navegador Web y las instrucciones de uso. Se habilitó su acceso a los estudiantes de forma continua y voluntaria a través de Moodle. Se les instó a utilizarla antes de la realización de cada sesión práctica y, posteriormente, como recurso disponible para preparar los controles de autoevaluación (cuestionarios online) y los exámenes prácticos presenciales de la asignatura. En la plataforma Moodle, los estudiantes tuvieron a su disposición las URL de 37 imágenes virtuales para el estudio de tejidos (8 temas) y 57 de órganos (13 temas).

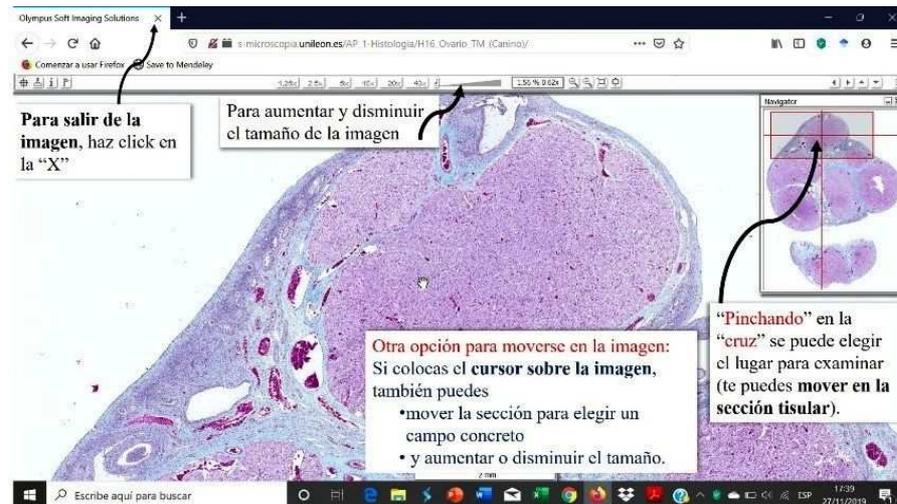


Figura 1. Visualización de una imagen virtual en la aplicación. Se muestra las instrucciones de uso.

Recursos para la autoevaluación de los alumnos

Para favorecer el trabajo continuo de los estudiantes y su autoevaluación, disponían de 2 tipos de actividades:

- Tres *questionarios online* (uno de tejidos y 2 de órganos) que los alumnos realizaron a través de Moodle unos días antes de los exámenes prácticos y teóricos. Los resultados de estos controles se incluyeron dentro de los criterios de evaluación (3 puntos de 100 en la calificación total de la asignatura).
- Una *tarea online que se diseñó con imágenes virtuales simulando el examen práctico de identificación y descripción de órganos con microscopio óptico* que los alumnos tenían que realizar de forma presencial al final de curso. Esta actividad online fue voluntaria y no estaba incluida en los criterios de evaluación. Su finalidad era que los alumnos se familiarizaran con el tipo de examen y valoraran sus carencias.

Evaluación de la adquisición de conocimientos prácticos

Los alumnos realizaron 3 exámenes para valorar su aprendizaje de la parte práctica de la asignatura:

- Dos exámenes de respuesta corta en los cuales el estudiante tenía que identificar tejidos/órganos y sus componentes estructurales en *imágenes estáticas proyectadas*



con un cañón en el aula. Uno para identificación en tejidos y otro en órganos que suponía un 15 % y un 25 % en la evaluación, respectivamente.

- b) Un examen realizado con *microscopio óptico en el laboratorio* para la identificación y descripción de órganos en preparaciones histológicas. Representó un 15 % de la calificación final de la asignatura.

Encuesta de satisfacción de los alumnos

Se diseñó una encuesta de satisfacción anónima que incluía 10 preguntas: sexo, edad, conocimientos previos de histología animal y diferentes aspectos sobre la percepción del estudiante con la utilidad de la MV. El cuestionario de satisfacción se realizó a través de la herramienta que utiliza la aplicación online “LimeSurvey”. La encuesta estuvo disponible en Moodle y su cumplimentación era voluntaria.

De las 8 preguntas relacionadas con los conocimientos de la asignatura y el recurso digital, 3 se valoraban en una escala de 5 niveles (“nada”, “poco”, “medio”, “alto” y “muy alto”) y 5 preguntas, en 2 niveles (“sí” y “no”).

Criterios para la evaluación de la implementación de MV

La utilidad del recurso digital se valoró teniendo en cuenta 3 parámetros:

- a) La **participación de los estudiantes en MV** mediante la cuantificación del número de entradas en cada una de las URL que permitían el acceso a las imágenes virtuales. Esta información se obtuvo de los registros de la plataforma Moodle.
- b) Las **calificaciones numéricas y cualitativas**, estas últimas divididas en 2 (“aprobado” y “suspenso”) y 4 categorías (“suspenso”, “aprobado”, “notable” y “sobresaliente”). Se tuvieron en cuenta las calificaciones de los 3 exámenes prácticos y de la nota final de la asignatura. En los exámenes realizados con imágenes estáticas, la calificación numérica máxima en el de tejidos fue 15/100 puntos y en el de órganos 25/100 puntos. En el examen práctico llevado a cabo con microscopio óptico, la nota máxima era de 15/100 puntos, mientras la calificación final de la asignatura oscilaba de 0 a 10 puntos.
- c) La **percepción del estudiante** sobre el uso de MV en su aprendizaje mediante una encuesta de satisfacción.



Análisis estadístico de resultados

Se realizó un estudio descriptivo e inferencial de los datos correspondientes al rendimiento académico de los estudiantes y el número de entradas de cada uno de ellos en las imágenes digitales (URL). Primero se valoró si las variables cuantitativas seguían una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Como no cumplían con el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba de Spearman para analizar la correlación que existía entre el número de entradas de los estudiantes a las URL de tejidos, órganos y el total de imágenes virtuales (MV total) con sus calificaciones numéricas de los 3 exámenes prácticos y sus notas finales de la asignatura que, en este último caso, se incluían los conocimientos teóricos y prácticos.

Se llevó a cabo la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney para dos muestras con el fin de valorar las diferencias en el número de entradas de los estudiantes a las imágenes digitales en función de la superación de los exámenes prácticos y de la asignatura (aprobados/suspensos). Para el análisis de las calificaciones cualitativas obtenidas por los alumnos (suspense/aprobado/notable/sobresaliente) según su participación en MV, se usó la prueba de Kruskal-Wallis para K muestras y, cuando había diferencias significativas, se realizó la comparación por pares. Los resultados se expresaron en media y desviación estándar así como en mediana y amplitud intercuartil. Se consideró el valor $p < 0,05$ como estadísticamente significativo y $p < 0,1$ como tendencia. El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS versión 24 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) para Windows. Todos los datos fueron tratados anónimamente y tratados según el Reglamento (UE) 2016 para la protección de datos.

Resultados

El análisis estadístico (Tabla 1) reveló que la participación de los alumnos en la MV basada en la visualización de órganos se encontró positivamente correlacionada con las calificaciones numéricas que obtenían los estudiantes en ambos exámenes realizados con imágenes estáticas de tejidos ($p = 0,003$) y órganos ($p = 0,010$), así como en el examen presencial en el que el estudiante utiliza el microscopio óptico para la identificación y descripción de órganos ($p < 0,001$). Esta correlación significativa también se demostró en la calificación final de la asignatura que incluyó la evaluación de conocimientos teóricos y

prácticos ($p < 0,001$). Iguales resultados se obtuvieron cuando se analizó la relación de las calificaciones en los tres exámenes prácticos ($p = 0,001$ para tejidos; $p = 0,003$ para órganos; y $p = <0,001$ para el examen usando microscopio óptico) y la nota final de la asignatura ($p = <0,001$) con la variable que incluye el total de imágenes virtuales (de tejidos y órganos) que estuvieron disponibles para los alumnos. Sin embargo, la entrada a las URL correspondientes a imágenes de tejidos se correlacionó positivamente solo con las calificaciones del examen de imágenes estáticas de tejidos ($p = 0,030$), como era de esperar, y con las notas finales de la asignatura ($p = 0,013$).

Tabla 1. *Correlación entre el número de entradas de los alumnos a microscopía virtual (MV) y el rendimiento académico tanto práctico como global en la asignatura.*

Microscopía virtual (MV)	Calificación numérica			Calificación numérica (final asignatura) (n = 107)
	Exámenes sobre conocimientos prácticos			
	Imágenes estáticas		Microscopio óptico	
	Tejidos (n = 109)	Órganos (n = 101)	Órganos (n = 104)	
Imágenes digitales de tejidos				
Coeficiente Rho (ρ)	0,208	0,162	0,084	0,238
Valor p	0,030	0,106	0,399	0,013
Imágenes digitales de órganos				
Coeficiente Rho (ρ)	0,282	0,256	0,351	0,395
Valor p	0,003	0,010	<0,001	<0,001
Imágenes digitales de tejido y órganos				
Coeficiente Rho (ρ)	0,308	0,290	0,344	0,434
Valor p	0,001	0,003	<0,001	<0,001

En cuanto al efecto de la participación de los alumnos en MV (imágenes digitales de tejidos / órganos) sobre las calificaciones numéricas obtenidas en los cuestionarios de autoevaluación en Moodle, también se demostró una correlación significativa, excepto en los cuestionarios sobre tejidos (Tabla 2). Así, los estudiantes que accedieron un mayor número de veces a este recurso digital, tanto de imágenes de tejidos como de órganos, obtuvieron notas más altas en la autoevaluación sobre órganos y en la calificación total de los cuestionarios. Igualmente, se comprobó una relación significativa positiva entre el número de entradas en la tarea online que se diseñó para ayudar a los alumnos a preparar el examen presencial con microscopio óptico y la calificación numérica obtenida (coeficiente Rho = 0,234; $p = 0,017$).

Tabla 2. *Correlación entre el número de entradas de los alumnos a microscopía virtual (MV) y sus calificaciones numéricas obtenidas en los cuestionarios online diseñados para su autoevaluación.*

Microscopía virtual (MV)	Calificación numérica Cuestionarios online		
	Tejidos (n = 113)	Órganos (n = 113)	Tejidos y órganos (n = 113)
Imágenes digitales de tejidos			
Coeficiente Rho (ρ)	0,002	0,418	0,306
Valor p	0,986	<0,001	0,001
Imágenes digitales de órganos			
Coeficiente Rho (ρ)	0,147	0,286	0,271
Valor p	0,119	0,002	0,004
Imágenes digitales de tejido y órganos			
Coeficiente Rho (ρ)	0,127	0,384	0,332
Valor p	0,182	<0,001	<0,001

El análisis estadístico demostró también que los estudiantes que suspendieron los tres exámenes prácticos utilizaron significativamente menos la MV de órganos que los que aprobaron, hallazgo también encontrado cuando se examinó el acceso de los estudiantes al total de las imágenes digitales (Tabla 3; Figuras 2, 3 y 4). Sin embargo, el empleo de la MV de tejidos influyó menos en las calificaciones de los alumnos, al encontrar solo diferencias significativas en el examen de imágenes estáticas de órganos ($p = 0,029$) y una tendencia en el examen presencial con microscopio óptico ($p = 0,080$), pero no en el examen de imágenes estáticas de tejidos ($p = 0,128$).

Tabla 3. Efecto de la utilización de la microscopía virtual (MV) en las calificaciones de los exámenes prácticos de la asignatura de Citología e Histología del Grado en Veterinaria.

Tipo de examen práctico	n	Número de entradas del estudiante a la plataforma de microscopía virtual					
		MV tejidos		MV órganos		MV total	
		Media±DE	Valor p	Media±DE	Valor p	Media±DE	Valor p
Identificación de tejidos							
<i>Imágenes estáticas</i>			0,128		0,011		0,006
Aprobados	99	36,5 ± 42,3		150,3 ± 126,5		186,8 ± 146,0	
Suspensos	8	15,9 ± 18,6		54,4 ± 89,7		70,3 ± 87,0	
Identificación de órganos							
<i>Imágenes estáticas</i>			0,029		0,044		0,015
Aprobados	88	39,1 ± 43,9		157,9 ± 129,0		197,0 ± 149,5	
Suspensos	14	13,8 ± 14,0		92,5 ± 95,27		106,3 ± 89,0	
<i>Microscopio óptico</i>			0,080		0,043		0,017
Aprobados	92	37,8 ± 43,5		154,4 ± 128,9		192,2 ± 149,5	
Suspensos	13	15,9 ± 17,5		84,6 ± 85,0		100,5 ± 78,1	

DE, desviación estándar. Se utilizó la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney para el análisis estadístico.

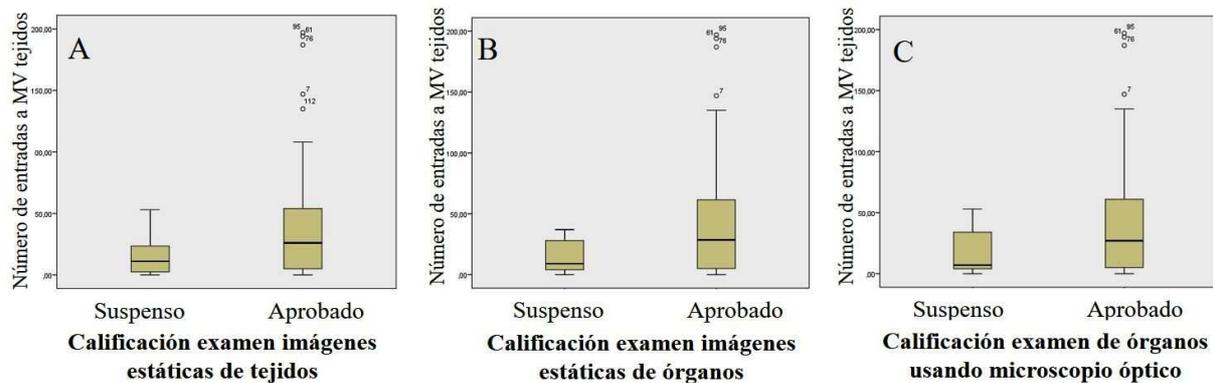


Figura 2. Diagramas de caja de la participación de los alumnos en microscopía virtual (MV) de tejidos en relación con las calificaciones (suspense-aprobado) de los 3 exámenes prácticos. (A) Examen con imágenes estáticas de tejidos: suspense (mediana = 11; amplitud intercuartil = 1,8-29,3); aprobado (mediana = 26; amplitud intercuartil = 5-55). (B) Examen con imágenes estáticas de órganos: suspense (mediana = 9; amplitud intercuartil = 3,3-29,5); aprobado (mediana = 28,5; amplitud intercuartil = 5-61,8). (C) Examen de microscopio óptico:

suspense (mediana = 7; amplitud intercuartil = 3-34,5); aprobado (mediana = 27; amplitud intercuartil = 5-61).

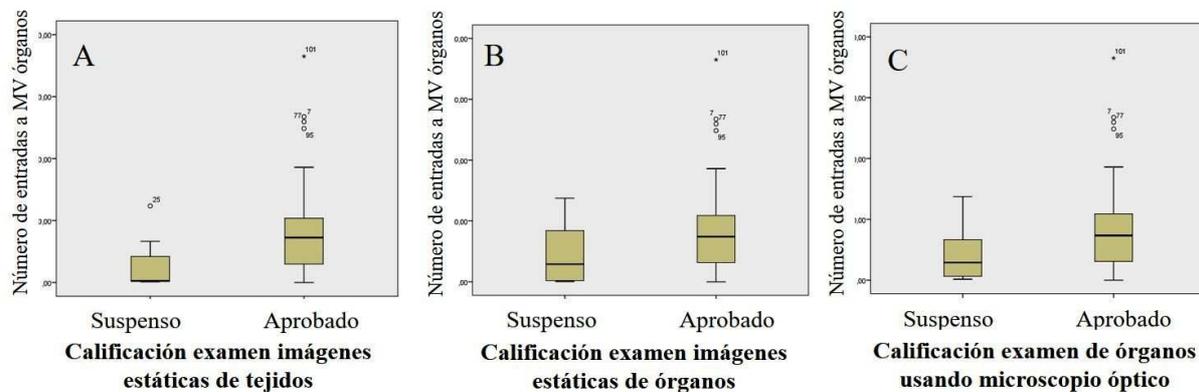


Figura 3. Diagramas de caja de la participación de los alumnos en microscopía virtual (MV) de órganos en relación con las calificaciones (suspense-aprobado) de los 3 exámenes prácticos. (A) Examen con imágenes estáticas de tejidos: suspense (mediana = 5,5; amplitud intercuartil = 3,3-108,5); aprobado (mediana = 145; amplitud intercuartil = 59-214). (B) Examen con imágenes estáticas de órganos: suspense (mediana = 58; amplitud intercuartil = 3,8-171,5); aprobado (mediana = 148,5; amplitud intercuartil = 63,3-218,5). (C) Examen de microscopio óptico: suspense (mediana = 58; amplitud intercuartil = 10-150,5); aprobado (mediana = 147; amplitud intercuartil = 60,8-218,5).

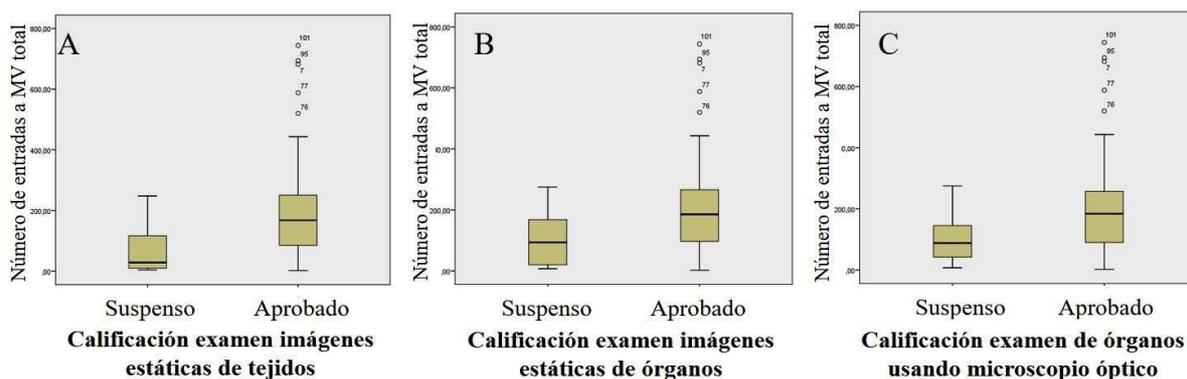


Figura 4. Diagramas de caja de la participación de los alumnos en microscopía virtual (MV) de todas las imágenes digitales en relación con las calificaciones (suspense-aprobado) de los 3 exámenes prácticos. (A) Examen con imágenes estáticas de tejidos: suspense (mediana = 28,5; amplitud intercuartil = 8,5-130,8); aprobado (mediana = 168; amplitud intercuartil = 82-251). (B) Examen con imágenes estáticas de órganos: suspense (mediana = 58; amplitud intercuartil = 3,8-171,5); aprobado (mediana = 148,5; amplitud intercuartil = 63,3-218,5). (C) Examen de microscopio óptico: suspense (mediana = 58; amplitud intercuartil = 10-150,5); aprobado (mediana = 147; amplitud intercuartil = 60,8-218,5).

93,5; amplitud intercuartil = 18,8-173,3); aprobado (mediana = 185,5; amplitud intercuartil = 94,5-267,5). (C) Examen de microscopio óptico: suspenso (mediana = 88; amplitud intercuartil = 31-156,5); aprobado (mediana = 184; amplitud intercuartil = 89-323,6).

En cuanto a la calificación final de la asignatura (Tabla 4, Figuras 5, 6 y 7), el análisis estadístico demostró que los alumnos que aprobaron habían accedido a las imágenes digitales de tejidos y órganos un número significativamente mayor que los que suspendieron. Además, como muestra la Tabla 4, los estudiantes que participaron de forma más activa en la MV adquirieron significativamente más calificaciones cualitativas de notable o sobresaliente.

Tabla 4. Efecto de la utilización de la microscopía virtual en las calificaciones finales de la asignatura de Citología e Histología del Grado en Veterinaria.

Calificación final asignatura (teoría-práctica)	n	Número de entradas del estudiante a la plataforma de microscopía virtual					
		MV tejidos		MV órganos		MV total	
		Media±DE	Valor p	Media±DE	Valor p	Media±DE	Valor p
<i>Calificación en 2 categorías (a)</i>			0,013		0,004		0,001
Aprobados	84	39,9 ± 44,7		159,7 ± 129,9		199,7 ± 151,2	
Suspensos	23	15,3 ± 15,5		82,2 ± 92,3		97,5 ± 88,2	
<i>Calificación en 4 categorías (b)</i>			0,011		0,003		0,001
Sobresaliente	2	192,0 ± 7,1 ^c		415,0 ± 116,0 ^d		607,0 ± 123,0 ^f	
Notable	37	39,9 ± 46,5 ^c		180,2 ± 149,6 ^e		220,1 ± 164,7 ^g	
Aprobados	45	33,2 ± 30,1		131,6 ± 95,3		164,8 ± 107,0	
Suspensos	23	15,3 ± 15,5 ^c		82,2 ± 92,3 ^{d, e}		97,5 ± 88,2 ^{f, g}	

a, prueba no paramétrica de U de Mann Whitney; b, prueba de Kruskal-Wallis y, cuando fue significativo, se realizó la prueba de comparación por pares con una significación de p = 0,022 (c), p = 0,027 (d), p = 0,015 (e), p = 0,013 (f) y p = 0,003 (g). DE, desviación estándar.

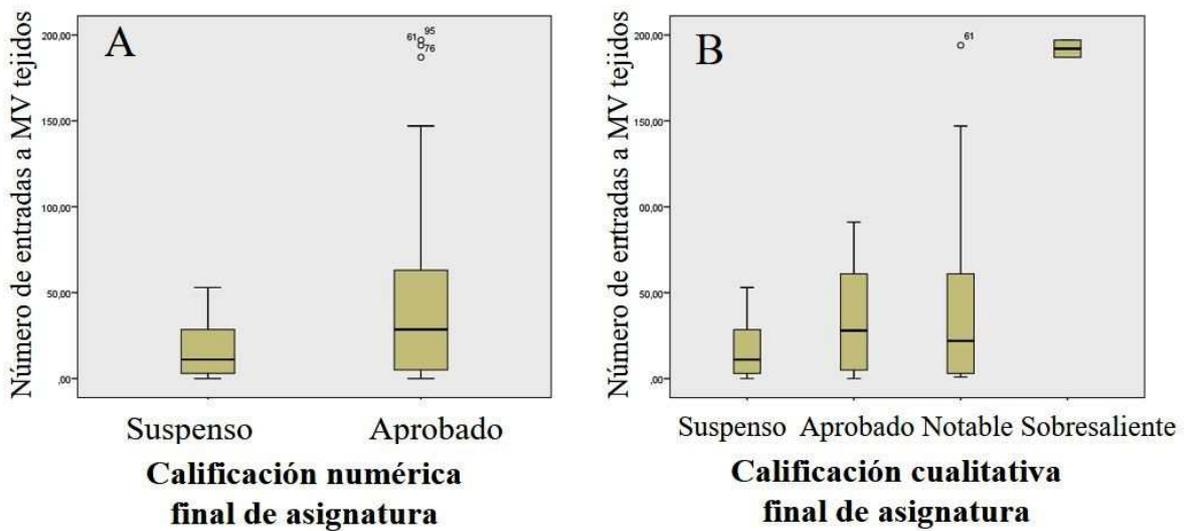


Figura 5. Diagramas de caja de la participación de los alumnos en microscopía virtual (MV) de tejidos según la calificación final de la asignatura. (A) Alumnos que superan o no la asignatura: aprobado (mediana = 28,5; amplitud intercuartil = 5-63,5); suspenso (mediana = 11; amplitud intercuartil = 2-29). (B) Calificaciones cualitativas finales: suspenso (mediana = 11; amplitud intercuartil = 2-29); aprobado (mediana = 28; amplitud intercuartil = 5-61,5); notable (mediana = 22; amplitud intercuartil = 3-62,5); sobresaliente (mediana = 192; amplitud intercuartil = 187-197).

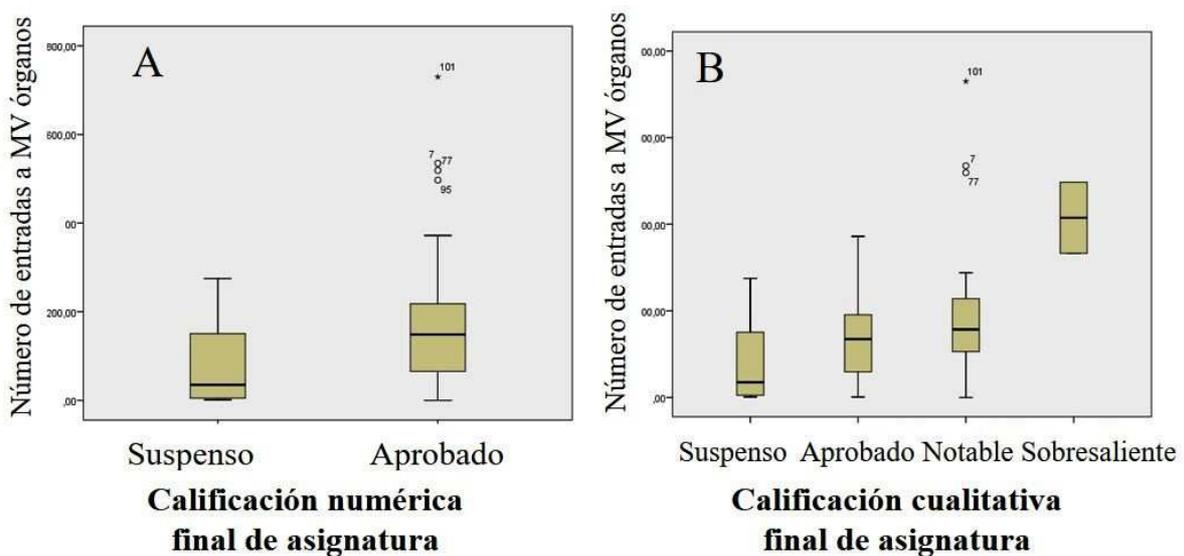


Figura 6. Diagramas de caja de la participación de los alumnos en microscopía virtual (MV) de órganos.

de órganos según la calificación final de la asignatura. (A) Alumnos que superan o no la asignatura: aprobado (mediana = 148,5; amplitud intercuartil = 64,8-218,5); suspenso (mediana = 35; amplitud intercuartil = 4-168). (B) Calificaciones cualitativas finales: suspenso (mediana = 35; amplitud intercuartil = 4-168); aprobado (mediana = 135; amplitud intercuartil = 55,5-192,5); notable (mediana = 157; amplitud intercuartil = 100-232,5); sobresaliente (mediana = 415; amplitud intercuartil = 333-497).

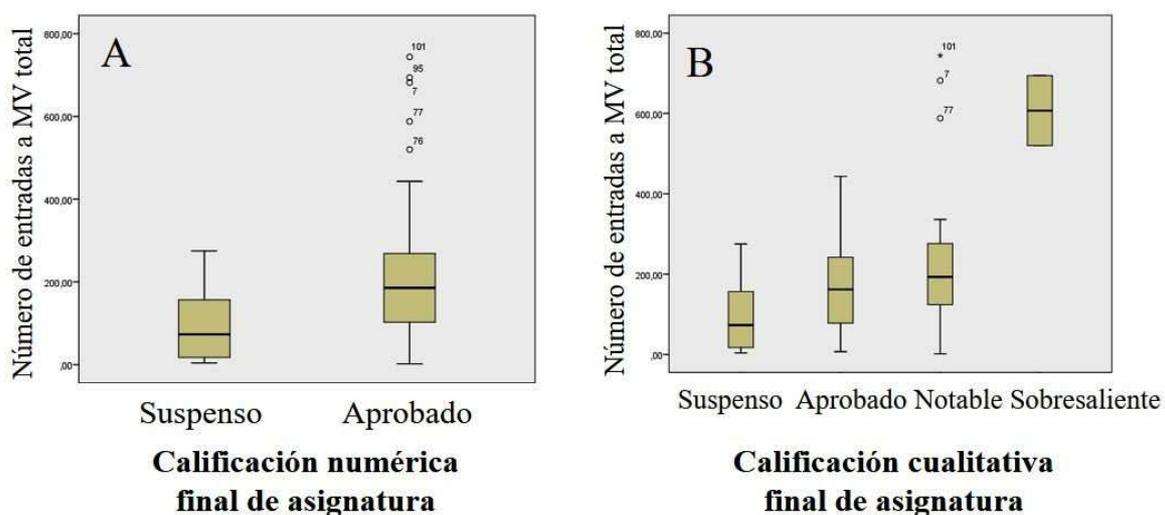


Figura 7. Diagramas de caja de la participación de los alumnos en microscopía virtual de todas las imágenes digitales según la calificación final de la asignatura. (A) Alumnos que superan o no la asignatura: aprobado (mediana = 185,5; amplitud intercuartil = 102,3-271,3); suspenso (mediana = 73; amplitud intercuartil = 15-168). (B) Calificaciones cualitativas finales: suspenso (mediana = 73; amplitud intercuartil = 15-168); aprobado (mediana = 162; amplitud intercuartil = 72-242,5); notable (mediana = 193; amplitud intercuartil = 119-284,5); sobresaliente (mediana = 607; amplitud intercuartil = 520-694).

El análisis de la encuesta de satisfacción que se realizó a los estudiantes (Tabla 5) reveló que la mayoría de ellos no tenía conocimientos previos de histología animal (71 %) como era de esperar en el primer curso del Grado en Veterinaria. En cuanto al recurso docente de MV, un 87,1 % no lo había usado previamente a las clases prácticas, pero sí para preparar los exámenes (87,1 %). Los estudiantes consideraron también que es un recurso fácil de utilizar (83,9 %) y de ayuda para el aprendizaje práctico de la asignatura (83,9 % alto-muy alto)



mientras que el porcentaje fue menor (67,7 % alto-muy alto) para el aprendizaje de los conocimientos teóricos. Estos datos indican que los alumnos están cómodos y consideran útil el uso de la MV, aunque piensan que no es un recurso suficiente para superar la asignatura (93,5 %).

Tabla 5. *Encuesta de satisfacción de los estudiantes respecto al uso de la microscopía virtual.*

Preguntas	Respuesta de alumnos Número (porcentaje)	
Edad	18-27	
Sexo	Mujeres	29 (93,5%)
	Hombres	2 (6,5%)
Conocimientos previos de Histología Animal:	Nada	22 (71,0%)
	Poco	4 (12,9%)
	Medio	5 (16,1%)
	Alto	0
	Muy alto	0
¿Ha tenido conocimiento del recurso al cursar la asignatura?	Si	31 (100%)
	No	0
Previamente a la realización de las sesiones prácticas ¿ha usado habitualmente el recurso para prepararlas?	Si	4 (12,9%)
	No	27 (87,1%)
Posteriormente a la realización de las prácticas ¿ha usado habitualmente el recurso para preparar los exámenes?	Si	27 (87,1%)
	No	4 (12,9%)
¿El programa informático de la MV es fácil de utilizar?	Si	26 (83,9%)
	No	5 (16,1%)
¿Le ha sido de ayuda la MV para el aprendizaje práctico?	Nada	0
	Poco	2 (6,5%)
	Medio	3 (9,7%)
	Alto	4 (12,9%)
	Muy alto	22 (71,0%)
¿Le ha sido de ayuda la MV para el aprendizaje de la teoría?	Nada	2 (6,5%)
	Poco	1 (3,2%)
	Medio	7 (22,6%)
	Alto	9 (29,0%)
	Muy alto	12 (38,7%)
¿Considera que el uso de la MV es suficiente para obtener los conocimientos necesarios en esta asignatura?	Si	2 (6,5%)
	No	29 (93,5%)



Discusión

El uso de imágenes digitales en diferentes campos de la docencia, investigación y diagnóstico de enfermedades comenzó con la llegada de nuevas tecnologías de la información y comunicación (TICs) (Silva-Lopes y Monteiro-Leal, 2003). Esta situación hace posible explorar métodos innovadores para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir transformar la actitud de los alumnos de pasiva a activa (Silva-Lopes y Monteiro-Leal, 2003). Dentro de las disciplinas que han incorporado este nuevo recurso virtual, sobre todo con fines didácticos, están la histología y la histopatología, materias que se basan en el estudio de estructuras microscópicas (Lee, Goldman y Hortsch, 2018; Chapman, Lee y Swailes, 2020). Ambas utilizan tradicionalmente el microscopio óptico para la visualización de tejidos y órganos normales o alterados, pero con la limitación de tiempo en las clases prácticas en un laboratorio (Samar y Avila, 2007). Un reciente estudio centrado en las dificultades que tiene el aprendizaje de la histología (García, Victory, Navarro-Sempere y Segovia, 2019) indica que, además de requerirse más tiempo para su enseñanza, se precisa utilizar métodos docentes que hagan la materia más "atractiva" para el estudiante. Una forma de evitar estas limitaciones temporo-espaciales y el aspecto "aburrido" de estas disciplinas es la incorporación de métodos más dinámicos, como la MV, que utilizan recursos informáticos a los que están familiarizados los estudiantes y con los que se encuentran cómodos. Llegados a este punto, se plantea la cuestión de utilizar solo la MV o combinarla con la microscopía óptica (MO). En este sentido, se han realizado estudios que comparan la MV con la MO en diferentes disciplinas como la docencia dental en medicina (Alotaibi y ALQahtani, 2016) y la histología (Mills, Bradley, Woodall, y Wildermoth, 2007) e histopatología (Brown, Fewes y Bell, 2016; Bertram, Firsching y Klopffleisch, 2018) en veterinaria. Sus resultados son contradictorios porque Alotaibi y ALQahtani (2016) consideran mejor la sustitución del MO por la MV mientras Brown et al. (2016) hablan de un uso compartido de ambas modalidades al no encontrar que una modalidad fuese mejor que la otra. El diseño de nuestro estudio no permite comparar estos dos recursos, pero nuestra opinión coincide con estos últimos investigadores, y lo corrobora el 93,5 % de nuestros estudiantes en la encuesta de satisfacción cuando manifiestan que el uso de MV no es suficiente para obtener los conocimientos necesarios en histología. Además, la instrucción y adiestramiento en el uso de MO es una competencia transversal que se debe mantener en el campo de la educación en general y, en



concreto, en veterinaria. Nuestros estudiantes tienen que prepararse para su futuro profesional que puede incluir laboratorios de investigación y de diagnóstico de enfermedades, en los que el empleo del microscopio óptico todavía es una práctica habitual.

Por otra parte, en cuanto a la utilidad de la MV en la enseñanza-aprendizaje de histología-histopatología, hay unanimidad en los diferentes estudios llevados a cabo (Mills et al., 2007; Alotaibi y ALQahtani, 2016; Brown et al., 2016; Bertram et al., 2018). En este sentido, nuestros resultados confirman el efecto positivo sobre el rendimiento académico de los estudiantes cuando se añade la MV a los métodos docentes tradicionales. Es importante resaltar que a diferencia de otros estudios que valoran el uso de MV mediante encuestas a los alumnos (Mills et al., 2007; Alotaibi y ALQahtani, 2016; Brown et al., 2016; Bertram et al., 2018), en el presente trabajo se ha analizado además la correlación entre la participación de los alumnos en la visualización de imágenes digitales y sus calificaciones en los exámenes prácticos y en la nota final de la asignatura, lo cual permite obtener una visión más objetiva de la utilidad de esta herramienta docente. Sin embargo, este estudio presenta el sesgo de no disponer de un grupo de alumnos que no utilizaran este recurso digital y, por lo tanto, el mejor rendimiento académico obtenido por los estudiantes que participaron más en la MV también puede ser debido a que eran personas altamente motivadas para trabajar en la asignatura. Además, la disponibilidad de recursos destinados a la autoevaluación de los conocimientos prácticos y teóricos también puede contribuir de una forma importante a una mejora del rendimiento académico y a la motivación de los alumnos. En este sentido, el uso satisfactorio de los cuestionarios online disponibles en Moodle para nuestros alumnos viene avalado por un estudio previo (García-Iglesias, Pérez-Martínez, Gutiérrez-Martín, Díez-Laiz y Sahagún-Prieto, 2018) que demuestra la utilidad de la incorporación de los mismos como método centrado en el aprendizaje de los estudiantes en asignaturas básicas en el Grado en Veterinaria, al favorecer un trabajo continuo y una resolución de dudas más tempranas. Igualmente, en el presente trabajo se ha observado la contribución positiva de una tarea disponible en Moodle para la autoevaluación de los estudiantes y que se incorporó por primera vez en el curso académico 2018-19 en el que se centra este estudio. Esta actividad es la tarea diseñada para que el estudiante trabaje en la identificación y descripción de órganos en imágenes digitales, demostrando nuestros datos una correlación positiva entre su uso y la calificación obtenida en el examen presencial llevado a cabo por los estudiantes con un



microscopio óptico, puntuación que representa un 15 % de la nota final de la asignatura.

A favor de la incorporación de la MV en el proceso de enseñanza-aprendizaje de histología veterinaria también está la percepción positiva de los estudiantes recogida en la encuesta de satisfacción. Esta aceptación concuerda con la descrita en otros estudios realizados a alumnos de histología y/o patología en educación dental (Alotaibi y ALQahtani, 2016) y veterinaria (Mills et al., 2007; Brown et al., 2016; Bertram et al., 2018). A pesar de la buena opinión general de los estudiantes sobre la MV para el aprendizaje de estas disciplinas, algunos mencionan inconvenientes como las dificultades técnicas por insuficiente velocidad de transmisión o diferentes sistemas operativos (Alotaibi y ALQahtani, 2016; Bertram et al., 2018), la preocupación de no recibir suficiente adiestramiento en el uso del microscopio óptico (Bertram et al., 2018) o la dificultad de identificar algunas estructuras sin el apoyo del profesor (Shi, Georgiou, Akram, ProuteSerhiyenia, Kerolos, Pradeep, Kothur y Khan, 2021). En cualquier caso, el empleo de imágenes digitales en la docencia de las disciplinas basadas en la morfología microscópica está sustentado por las numerosas ventajas, citadas en estudios previos (Evans, Moore, Olver, Avery y West, 2020), que aporta la MV, entre las que consideramos importante mencionar la posibilidad de examinar sin limitación de tiempo el material que va a ser objeto de evaluación en los exámenes y no estar sujetos a disponer de unos equipos situados en un laboratorio, con unos horarios de uso.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten establecer las siguientes conclusiones:

- La incorporación de la MV en la enseñanza tradicional de histología veterinaria contribuye positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes
- La disponibilidad de recursos online que se basan en el trabajo personal de los estudiantes con imágenes digitales no identificadas y que están diseñados para la autoevaluación de los conocimientos prácticos, también puede jugar un papel importante en la mejora del rendimiento académico de los alumnos.
- Los estudiantes consideran que la MV es un recurso didáctico de fácil manejo y útil para el aprendizaje práctico. No obstante, mayoritariamente los encuestados opinan que la MV no debe sustituir a la docencia práctica presencial con el uso del microscopio óptico.

-



Referencias bibliográficas

- Alotaibi, O., y ALQahtani, D. (2016). Measuring dental students' preference: A comparison of light microscopy and virtual microscopy as teaching tools in oral histology and pathology. *Saudi Dental Journal*, 28(4), 169–173. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2015.11.002>
- Bertram, C. A., Firsching, T., y Klopfleisch, R. (2018). Virtual microscopy in histopathology training: Changing student attitudes in 3 successive academic years. *Journal of Veterinary Medical Education*, 45(2), 241–249. Recuperado de <https://doi.org/10.3138/jvme.1216-194r1>
- Brown, P. J., Fews, D., y Bell, N. J. (2016). Teaching veterinary histopathology: A comparison of microscopy and digital slides. *Journal of Veterinary Medical Education*, 43(1), 13–20. Recuperado de <https://doi.org/10.3138/jvme.0315-035R1>
- Chapman, J. A., Lee, L. y Swailes, N. T. (2020). From Scope to Screen: The Evolution of Histology Education. *Advances in experimental medicine and biology*, 1260, 75–107. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-3-030-47483-6_5
- Evans, S., Moore, A. R., Olver, C. S., Avery, P. R., y West, A. B. (2020). Virtual Microscopy Is More Effective Than Conventional Microscopy for Teaching Cytology to Veterinary Students: A Randomized Controlled Trial. *Journal of veterinary medical education*, 47(4), 475–481. Recuperado de <https://doi.org/10.3138/jvme.0318-029r1>
- El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (2016). Reglamento (UE) 2016/679 del parlamento europeo y del consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la D. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 2014(119), 1–88.
- García-Iglesias, M. J., Pérez-Martínez, C., Gutiérrez-Martín, C. B., Díez-Laiz, R., y Sahagún-



- Prieto, A. M. (2018). Mixed-method tutoring support improves learning outcomes of veterinary students in basic subjects. *BMC Veterinary Research*, 14(1). Recuperado de <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1330-6>
- García, M., Victory, N., Navarro-Sempere, A., y Segovia, Y. (2019). Students' Views on Difficulties in Learning Histology. *Anatomical Sciences Education*, 12(5), 541–549. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ase.1838>
- Kuo, K. H., y Leo, J. M. (2018). Optical Versus Virtual Microscope for Medical Education: A Systematic Review. *Anatomical Sciences Education*. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ase.1844>
- Lee, L., Goldman, H. M., y Hortsch, M. (2018). The virtual microscopy database-sharing digital microscope images for research and education. *Anatomical sciences education*, 11(5), 510–515. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ase.1774>
- Marrero Pérez, M. D., Sánchez Rivero, L. O., Santana Machado, A. T., Pérez de León, A., y Rodríguez Gómez, F. E. (2016). Las imágenes digitales como medios de enseñanza en la docencia de las ciencias médicas. *EDUMECENTRO*, 8(1), 125–142. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/edumecentro/ed-2016/ed161j.pdf>
- Mills, P. C., Bradley, A. P., Woodall, P. F., y Wildermoth, M. (2007). Teaching histology to first-year veterinary science students using virtual microscopy and traditional microscopy: A comparison of student responses. *Journal of Veterinary Medical Education*, 34(2), 177–182. Recuperado de <https://doi.org/10.3138/jvme.34.2.177>
- Ordi, O., Bombí, J. A., Martínez, A., Ramírez, J., Alòs, L., Saco, A., Ribalta, T., Fernández, P. L., Campo, E., Ordi, J. (2015). Virtual microscopy in the undergraduate teaching of pathology. *Journal of Pathology Informatics*, 6, 1. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4338491/>
- Samar, M. E., y Avila, R. E. (2007). Materiales instruccionales en la enseñanza virtual de la



histología y embriología humana. En *9º Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica*. Recuperado de

http://www.conganat.org/9congreso/trabajo.asp?id_trabajo=688&tipo=2&tema=24

Silva-Lopes, V. W., y Monteiro-Leal, L. H. (2003). Creating a histology-embryology free digital image database using high-end microscopy and computer techniques for on-line biomedical education. *Anatomical record. Part B, New anatomist*, 273(1), 126–131. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ar.b.10021>

Shi, W., Georgiou, P., Akram, A., Proute, M. C., Serhiyenia, T., Kerolos, M. E., Pradeep, R., Kothur, N. R. y Khan, S. (2021). Diagnostic pitfalls of digital microscopy versus light microscopy in gastrointestinal pathology: a systematic review. *Cureus* 13, e17116. Recuperado de <https://doi: 10.7759/cureus.17116>

Agradecimientos

Este estudio fue subvencionado por el proyecto “Metodología docente virtual en la enseñanza práctica de asignaturas de los Grados en Veterinaria y Biología. Elaboración de nuevos materiales didácticos digitales”, convocatoria PAGID 2018, Escuela de Formación de la Universidad de León (España).