

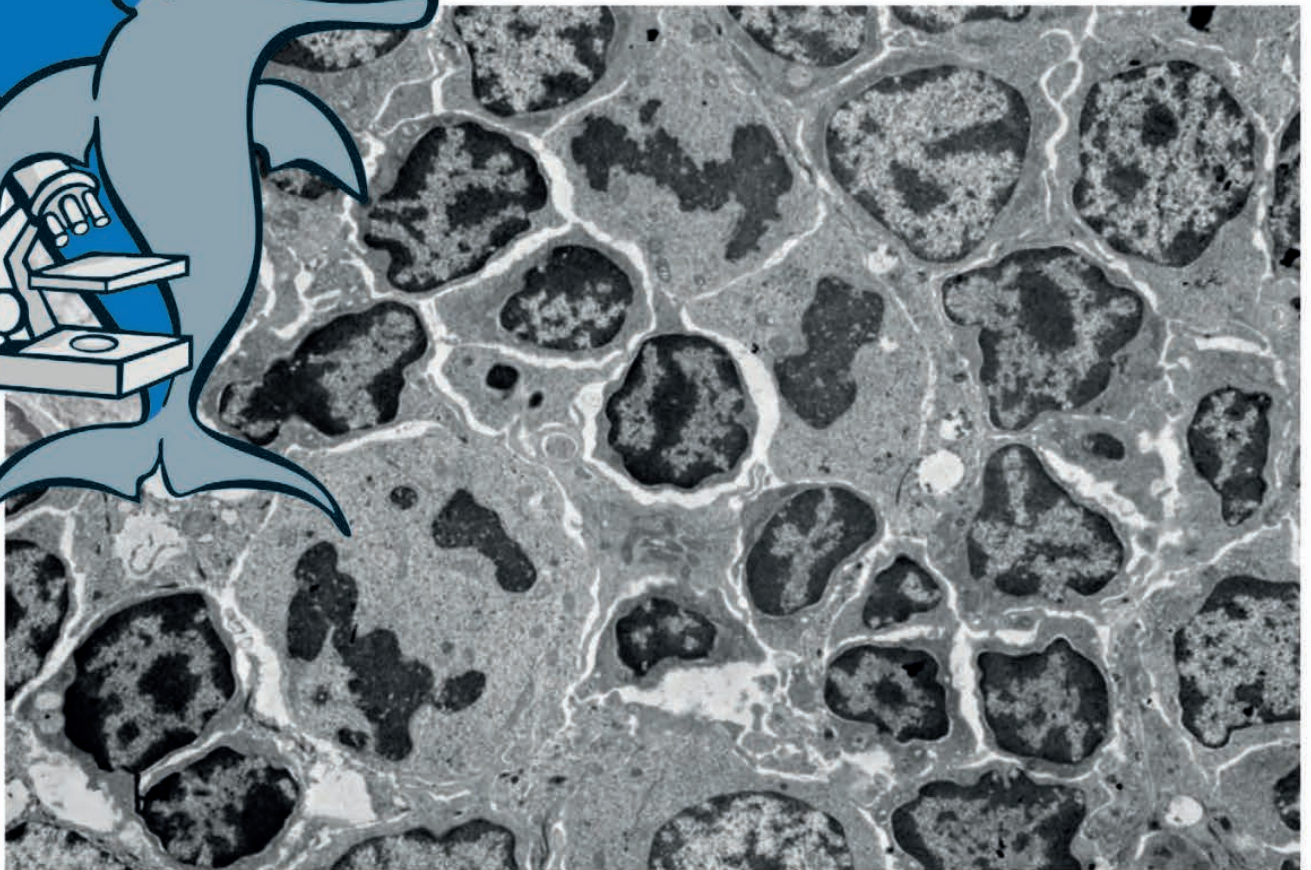
Células de delfín

Atlas de Microscopía electrónica

Dolphin cells

Atlas of Electron microscopy

Alfonso Blanco & Antonio Fernández
(Coordinadores)



||| EBOOK

 **ULPGC**
ediciones

A nuestras esposas cordobesas, Mari Carmen y Ángeles
A nuestras familias
A nuestros maestros



*To our Cordoban wives, Mari Carmen and Ángeles
To our families
To our teachers*

Células de delfín

Atlas de Microscopía Electrónica

Dolphin cells

Atlas of Electron Microscopy

Células de delfín

Atlas de Microscopía Electrónica

Dolphin cells

Atlas of Electron Microscopy

Alfonso Blanco Rodríguez
Antonio Fernández Rodríguez
(Coords.)

Células de delfín [Recurso electrónico] : atlas de microscopía electrónica = Dolphin cells : atlas of electron microscopy / Alfonso Blanco Rodríguez, Antonio Fernández Rodríguez (coords.). -- Las Palmas de Gran Canaria : Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Servicio de Publicaciones y Difusión Científica, 2026

1 archivo PDF (545 p.) -- (Divulgación científica; 26)

ISBN 978-84-9042-582-4

1. Delfines 2. Células animales 3. Microscopios y microscopía I. Blanco Rodríguez, Alfonso, coord. II. Fernández Rodríguez, Antonio, coord. III. Título: Dolphin cells: atlas of electron microscopy IV. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, ed. V. Serie

599.537: 681.723(084.4)

599.537:576(084.4)

THEMA: MZ, PSVM2 y PDND

Colección	Divulgación Científica, 26
Edita	ULPGC Ediciones Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Primera edición	Las Palmas de Gran Canaria, 2026
© de los textos	Los autores
© del material gráfico	Alfonso Blanco Rodríguez y Antonio Fernández Rodríguez
© de la edición	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Servicio de Publicaciones y Difusión Científica
eISBN	978-84-9042-582-4
ISBN	978-84-9042-578-7
Diseño y maquetación	Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC https://spdc.ulpgc.es ; serpubli@ulpgc.es
Producido en España	<i>Produced in Spain</i>

Cualquier forma de explotación de esta obra, en especial su reproducción, distribución, comunicación pública o transformación, solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar, escanear, distribuir o poner a disposición algún fragmento de esta obra (www.cedro.org; 91 702 19 70 / 93 272 04 45).

Comité Científico y Evaluador

COMITÉ CIENTÍFICO-ASESOR

Consejo Editorial Del Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

José Miguel Álamo Mendoza
Presidente del Consejo Editorial
<https://orcid.org/0000-0002-1589-8744>

José Manuel Marrero Henríquez
Director del Servicio de Publicaciones
<https://orcid.org/0000-0001-8339-5586>

Ana María Blanco Marigorta
Vocal del Servicio de Publicaciones
<https://orcid.org/0000-0003-4635-7235>

Juana Rosa Suárez Robaina
Vocal del Servicio de Publicaciones
<https://orcid.org/0000-0002-5391-7344>

María del Mar Tavío Pérez
Vocal del Servicio de Publicaciones
<https://orcid.org/0000-0002-1808-7461>

Magnolia Troya Deniz
Vocal del Servicio de Publicaciones
<https://orcid.org/0000-0002-0994-9082>

COMITÉ CIENTÍFICO-EVALUADOR

Giovanni Di Guardo, DVM, PhD
Veterinary Pathology Professor of Università di Teramo (Italy)
<https://orcid.org/0000-0003-4592-1084>
Experto en patología general, fisiopatología veterinaria, neuropatología comparada y neuro patogénesis viral.

Paul D. Jepson, DVM, PhD
Associate Professor/ Senior Lecturer University of Oxford
<https://orcid.org/0000-0002-7245-375X>
Institute of Zoology of the Zoological Society of London (UK). Experto en Varamiento de Cetáceos, Epidemiología y Conservación de Mamíferos Marinos.

Frances MD Gulland, DVM, PhD
President of the U.S. Marine Mammal Commission
<https://orcid.org/0000-0002-6416-0156>
Experta en Medicina y Salud de mamíferos marinos; virología y enfermedades emergentes; y conservación y cambio climático.

Karen Stockin, PhD
Full professor of Biology, Massey University de Nueva Zelanda
<https://orcid.org/0000-0002-2981-3983>
Experta en Biología, Ecología y conservación de cetáceos, bienestar animal y bioética.

Wei-Cheng Yang, DVM, PhD
Professor Veterinary Virology at the National Taiwan University
<https://orcid.org/0000-0002-0186-8798>
Experto en Microbiología en mamíferos marinos, Virología y herramientas diagnósticas innovadoras; Impacto humano en ecosistemas marinos, Bienestar animal y conservación.

Coordinadores / Editors

Prof. Dr. Alfonso Blanco Rodríguez



Nacido el 13 de marzo de 1945 en la conocida Casa Bonita de la calle Marroquíes, en el barrio de Santa Marina de Córdoba. Desde temprana edad mostró una marcada vocación por las ciencias biológicas, que lo llevó a cursar la licenciatura en Veterinaria en la Universidad de Córdoba, donde se graduó en 1970. Dos años más tarde alcanzó un hito histórico al convertirse en el primer Doctor de la Universidad de Córdoba, con una tesis titulada *Estudio estructural y ultraestructural de la hipófisis del cerdo*, calificada con sobresaliente cum laude.

Su carrera académica comenzó como Profesor Ayudante de prácticas de Histología y Anatomía Patológica en la Facultad de Veterinaria de Córdoba, y posteriormente como becario de Formación de Personal Investigador (FPI) en la misma cátedra. En 1978 obtuvo la plaza de Profesor Agregado de Histología y Anatomía Patológica en la Universidad Complutense de Madrid, y en 1982 regresó a su ciudad natal como Catedrático de la Universidad de Córdoba, institución a la que ha estado profundamente vinculado durante toda su trayectoria. En 2015 fue nombrado Profesor Emérito, reconocimiento a su brillante labor docente e investigadora.

Su implicación institucional se refleja también en los cargos de gestión que desempeñó, entre ellos el de Decano de la Facultad de Veterinaria de Córdoba (1994-2000) y Director del Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparada (2005-2010).

La producción científica del profesor Blanco es vasta y reconocida: 271 artículos en revistas indexadas y 196 en publicaciones de divulgación, además de una destacada labor editorial con varios libros de referencia. Ha dirigido 45 tesis doctorales y colaborado en más de 230 investigaciones mediante el uso de microscopía electrónica.

Fue también Presidente de la Sociedad de Microscopía Electrónica Española (1975-1977) y de la sección de Histología Veterinaria de la Sociedad Española de Histología (1983-1987), además de organizar y presidir congresos nacionales de relevancia científica. Su destacada contribución a la ciencia y la docencia ha sido reconocida con importantes distinciones, entre ellas la Encomienda al Mérito Civil, la Medalla de Plata de la Universidad de Córdoba y la Medalla de Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid.

El profesor Alfonso Blanco Rodríguez representa una figura clave en la historia académica y científica de la Microscopía Electrónica aplicada a las Ciencias Veterinarias, dejando un legado ejemplar y único a sus estudiantes y alumnos de postgrado y doctorado que tuvieron y tienen en él, la referencia de la Microscopía Electrónica como instrumento fundamental en las Ciencias Morfológicas.

Prof. Dr. Antonio J. Fernández Rodríguez

Nacido en Santa Cruz de La Palma (Islas Canarias, España), 1959, es Catedrático de Histología y Anatomía Patológica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Licenciado y Doctor en Veterinaria por la Universidad de Córdoba —con Premio Extraordinario de Doctorado (1985)—, completó su formación posdoctoral en la Universidad de Hannover (Alemania) como investigador de la prestigiosa Fundación Alexander von Humboldt. Posteriormente, fue profesor visitante en la Universidad de Nueva York (1994) y se ha acreditado como diplomado europeo en tres especialidades: Patología Veterinaria (ECVP), Medicina Zoológica – Poblaciones de Fauna Silvestre (ECZM) y Patología Veterinaria Forense (ECVFP).



Su carrera universitaria incluye cargos de liderazgo académico relevantes: fue Decano de la Facultad de Veterinaria de la ULPGC (1993–1998) y Vicerrector de Investigación y Desarrollo (1998–2007). Desde 2007 hasta el 2023 dirigió el Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (IUSA), centro de referencia en investigación veterinaria y en la iniciativa “One Health” (“Una sola salud”). Director del Centro Colaborador de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) en la Red Mundial (WOAH-WILDNET) para la Sanidad de la Fauna Silvestre.

Su liderazgo científico se refleja en más de 60 proyectos de I+D, 25 tesis doctorales dirigidas (10 con Premio Extraordinario) y más de 260 publicaciones indexadas en revistas internacionales —incluidas *Nature* y *Science*— Ha impartido más de 120 conferencias invitadas en foros nacionales e internacionales y ha participado en más de 500 comunicaciones científicas en congresos. Su investigación ha sido clave para la moratoria internacional del uso del sonar militar en aguas canarias establecida desde 2004, referencia mundial de la conservación de cetáceos.

Entre sus reconocimientos destacan el Premio Canarias de Investigación e Innovación (2008), el Premio Internacional “Gorila” de la Fundación Loro Parque (2010), el Premio Océanos (2021), el Premio España Salud Animal (2022), así como su inclusión reiterada entre el 2 % de los investigadores más influyentes del mundo según la Universidad de Stanford (Desde 2020 hasta la actualidad). Presidente de Honor del Colegio de Veterinarios de Las Palmas y Miembro de Honor de los Colegios Oficiales de Veterinarios de ambas provincias canarias.

El profesor Fernández ha representado a España en comités científicos internacionales como la Comisión Ballenera Internacional, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y diversas redes de sanidad de fauna silvestre y medio marino. Es Presidente del Comité Científico de la Reserva Mundial de la Biosfera de La Palma y miembro de los comités científicos de las Reservas de la Biosfera de Fuerteventura y Gran Canaria.

Su legado académico se extiende al perfil de una Facultad de Veterinaria “marina” en la puerta sur de Europa y referente de las Ciencias Veterinarias en el atlántico. Pionero en el impulso del enfoque “Una sola salud” en el ámbito veterinario marino, Antonio Fernández encarna el compromiso entre la ciencia, la conservación de la biodiversidad y la proyección internacional de la veterinaria española.

Prof. Dr. Alfonso Blanco Rodríguez

Was born on March 13, 1945, in the well-known Casa Bonita on Marroquies Street, in the Santa Marina neighborhood of Córdoba, Spain. From an early age, he showed a strong vocation for the biological sciences, which led him to pursue a degree in Veterinary Medicine at the University of Córdoba, where he graduated in 1970. Two years later, he achieved a historic milestone by becoming the first Ph.D. graduate of the University of Córdoba, with a doctoral thesis entitled *Structural and ultrastructural study of the porcine pituitary gland*, awarded the highest distinction, summa cum laude.

His academic career began as a Teaching Assistant in Histology and Pathological Anatomy at the Faculty of Veterinary Medicine of Córdoba, and later as a Research Fellow (FPI) in the same department. In 1978, he was appointed Associate Professor of Histology and Pathological Anatomy at the Complutense University of Madrid, and in 1982 he returned to his hometown to become Full Professor at the University of Córdoba, an institution to which he remained deeply devoted throughout his career. In 2015, he was named Professor Emeritus, in recognition of his outstanding academic and scientific contributions.

His institutional commitment was equally remarkable, serving as Dean of the Faculty of Veterinary Medicine of Córdoba (1994–2000) and Director of the Department of Anatomy and Comparative Pathological Anatomy (2005–2010).

Professor Blanco's scientific production is vast and widely recognized: 271 papers published in indexed journals and 196 in non-indexed or outreach journals, in addition to an extensive editorial contribution that includes several reference books. He supervised 45 doctoral theses and collaborated in over 230 research projects through the application of electron microscopy.

He also served as President of the Spanish Society for Electron Microscopy (1975–1977) and President of the Veterinary Histology section of the Spanish Society for Histology (1983–1987), as well as organizing and chairing several national scientific conferences.

His remarkable contribution to science and education has been honored with several distinctions, including the Commendation of the Civil Order of Merit, the Silver Medal of the University of Córdoba, and the Chair Professorship Medal of the Complutense University of Madrid.

Professor Alfonso Blanco Rodríguez stands as a key figure in the academic and scientific history of Electron Microscopy applied to Veterinary Sciences, leaving behind an exemplary and enduring legacy for his students and postgraduate researchers, who have always regarded him as a guiding reference for the use of Electron Microscopy as a fundamental tool in Morphological Sciences.

Prof. Dr. Antonio J. Fernández Rodríguez

Was born in Santa Cruz de La Palma (Canary Islands, Spain), 1959, is Professor of Histology and Pathological Anatomy at the University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). He holds a Degree and a PhD in Veterinary Medicine from the University of Córdoba —where he received the Extraordinary Doctorate Award (1985)— and completed his postdoctoral training at the University of Hannover (Germany) as a research fellow of the prestigious Alexander von Humboldt Foundation. He later served as Visiting Professor at New York University (1994) and has achieved European Board certifications in three specialties: Veterinary Pathology (ECVP), Zoological Medicine – Wildlife Population Health (ECZM), and Forensic Veterinary Pathology (ECVFP).

His academic career includes significant leadership positions: he served as Dean of the Faculty of Veterinary Medicine at ULPGC (1993–1998) and Vice-Rector for Research and Development (1998–2007). From 2007 to 2023, he directed the University Institute for Animal Health and Food Safety (IUSA), a national and international reference center for veterinary research and the One Health initiative. He currently serves as Director of the Collaborating Center of the World Organisation for Animal Health (WOAH) within the Global Wildlife Health Network (WOAH-WILDNET).

His scientific leadership is reflected in more than 60 R&D projects, the supervision of 25 doctoral theses (10 of them awarded with Extraordinary Doctorate Prizes), and over 260 papers indexed in leading international journals —including *Nature* and *Science*. He has delivered more than 120 invited lectures at national and international forums and presented over 500 scientific communications at conferences. His research played a decisive role in the international moratorium on the use of military sonar in Canary Islands waters, established in 2004 and recognized worldwide as a benchmark in cetacean conservation.

Among his many distinctions are the Canary Islands Award for Research and Innovation (2008), the International Gorilla Award from the Loro Parque Foundation (2010), the Oceans Award (2021), and the Spain Animal Health Award (2022). Since 2020, he has been repeatedly listed among the Top 2% of the world's most influential scientists by Stanford University. He is Honorary President of the Las Palmas Veterinary Association and Honorary Member of the Official Veterinary Associations of both Canary provinces.

Professor Fernández has represented Spain on major international scientific committees, including the International Whaling Commission, the International Union for the Conservation of Nature (IUCN), and several global wildlife health and marine conservation networks. He currently chairs the Scientific Committee of the World Biosphere Reserve of La Palma and is a member of the Scientific Committees of the Biosphere Reserves of Fuerteventura and Gran Canaria.

His academic legacy includes the development of a “Marine Veterinary School” —as southern European gateway and Atlantic benchmark for veterinary sciences. A pioneer in promoting the One Health approach in the marine wildlife environment, Antonio Fernández exemplifies the synergy between science, biodiversity conservation, and the international projection of Spanish veterinary excellence.

AUTORES / AUTHORS

Dra. Paula Alonso Almorox

Veterinaria y doctoranda en el Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (IUSA, ULPGC). Su investigación aborda el sistema neuroendocrino de los cetáceos, con especial atención a la glándula pituitaria y las adrenales, buscando comprender la relación entre fisiología, bienestar y conservación de estos mamíferos marinos.

Veterinarian and PhD candidate at the Institute for Animal Health and Food Safety (IUSA, ULPGC). Her research explores the neuroendocrine system of cetaceans, with special focus on the pituitary and adrenal glands, aiming to understand the connection between physiology, welfare, and conservation of marine mammals.

Dra. Marisa Andrada

Profesora titular de Histología y Anatomía Patológica Veterinaria. Especialista en Patología de ruminantes y porcinos. Es responsable del Servicio de Asesoramiento al Diagnóstico Anatomopatológico en matadero del Servicio Canario de la Salud.

Full Professor of Veterinary Histology and Pathological Anatomy. Specialist in ruminant and swine pathology. She is responsible for the Anatomopathological Diagnostic Advisory Service in slaughterhouses of the Canary Islands Health Service.

Dr. Manuel Arbelo

Profesor Titular de la ULPGC. Veterinario y Doctor por la ULPGC, Premio Extraordinario de Doctorado. Especialista europeo en Sanidad de Poblaciones Salvajes (ECZM). Coautor de 117 artículos científicos. Codirector de 11 tesis doctorales. Miembro del grupo IUSA-ONEHEALTH 3. Posee cuatro sexenios de investigación y tres títulos docentes reconocidos, combinando ciencia, docencia y divulgación para proteger los océanos.

Associate Professor at the University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Veterinarian with a PhD

from the ULPGC, recipient of the Extraordinary Doctorate Award. European Specialist in Wildlife Population Health (ECZM). Co-author of 117 scientific papers and co-supervisor of 11 doctoral theses. Member of the IUSA-ONEHEALTH3 group. Holds four recognized research periods and three teaching periods, integrating science, education, and outreach to promote ocean conservation.

Dra. Marina Arregui

Marina Arregui es bióloga y centra su investigación en los mamíferos marinos como especies indicadoras de la salud oceánica. Su trabajo integra fisiopatología y ecotoxicología, aplicando microscopía y química analítica para investigar los efectos de los estresores ambientales en los ecosistemas marinos, en el marco del enfoque One Health.

Marina Arregui is a biologist whose research focuses on marine mammals as sentinels of ocean health. Her work integrates physiopathology and ecotoxicology, applying microscopy and analytical chemistry to investigate the effects of environmental stressors on marine ecosystems within a One Health framework.

Dra. Yara Bernaldo de Quirós

Bióloga y Doctora en Sanidad Animal por la ULPGC, investigadora acreditada I3 en el Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Especializada en morfofisiología de cetáceos, integra anatomía, histología y fisiología comparada, con especial énfasis en las adaptaciones morfofuncionales de los cetáceos al medio marino.

Biologist and PhD in Animal Health from ULPGC, I3-accredited researcher at the University Institute for Animal Health and Food Safety. Specialized in cetacean morphophysiology, she integrates comparative anatomy, histology, and physiology, focusing on the morphofunctional adaptations of cetaceans to the marine environment.

Dra. María José Caballero

Es Profesora acreditada Catedrática de Universidad en Histología y Anatomía Patológica Veterinaria y es Especialista en Histología y Patología de Peces y elasmobranchios.

She is an accredited Full Professor of Veterinary Histology and Pathological Anatomy and is a specialist in the histology and pathology of fish and elasmobranchs.

Dra. Nakita Câmara

Veterinaria por la Universidade Lusófona (ULHT-Portugal) y Doctora en Sanidad Animal por la ULPGC, con una tesis sobre *Cardiomiopatía por Estrés en Cetáceos*. Investigadora posdoctoral especializada en salud y conservación marina, con más de una década de experiencia en patología de mamíferos marinos. Integra investigación, docencia y divulgación para impulsar la sostenibilidad oceánica bajo el enfoque One Health.

Veterinarian from Lusófona University (ULHT-Portugal) and PhD in Animal Health from ULPGC, with a thesis on "Stress Cardiomyopathy in Cetaceans". Postdoctoral researcher specializing in marine health and conservation, with over a decade of experience in marine mammal pathology. Combines research, teaching, and outreach to advance ocean sustainability under the One Health framework.

Dr. Ayoze Castro

Profesor Contratado Doctor en Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas en la ULPGC. Doctor en Ciencias Veterinarias, desarrolla su labor en el Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria, centrado en la salud y estado sanitario de animales marinos de acuicultura, pesquería y poblaciones silvestres.

Ayoze Castro Alonso is Senior lecturer in Comparative Anatomy and Pathological Anatomy at University of Las Palmas de Gran Canaria. PhD in

Veterinary Science, he works at the Institute of Animal Health and Food Safety, focusing on the health and sanitary status of marine animals for aquaculture, fisheries, and wild populations.

Dr. Antonio Espinosa de los Monteros

Licenciado en Veterinaria por la Universidad de Córdoba y doctor por la ULPGC donde es Catedrático de Histología y Anatomía Patológica. Es codirector del Servicio de Diagnóstico de Biopsias del Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Además, en dicho instituto, es responsable de la línea de Investigación sobre Oncología Animal y Comparada, habiendo publicado en revistas científicas de reconocido prestigio.

He holds a degree in Veterinary Medicine from the University of Córdoba and a PhD from the ULPGC, where he is Professor of Histology and Pathological Anatomy. He is co-director of the Biopsy Diagnostic Service at the University Institute of Animal Health and Food Safety. At the same institute, he is also responsible for the Animal and Comparative Oncology Research line, and he has published in prestigious scientific journals.

Dr. Pedro Herráez

es Doctor en Veterinaria y Catedrático de Anatomía Patológica Veterinaria en la ULPGC. Codirector del Servicio de Diagnóstico de Biopsias del Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria y responsable de la línea de investigación en *Patologías en Cetáceos asociadas al Estrés Post Varamiento*. Profesor visitante en las Universidades de Cornell, Ohio State y Texas A&M, ha dirigido varias tesis doctorales y publicado extensamente en patología comparada y fauna marina.

Holds a PhD in Veterinary Medicine and is a Full Professor of Veterinary Pathology at the University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). He is

Co-Director of the Biopsy Diagnostic Service of the University Institute of Animal Health and Food Safety and leads the research line on "Pathologies in Cetaceans Associated with Post-Stranding Stress". Visiting Professor at Cornell, Ohio State, and Texas A&M Universities, he has supervised several PhD theses and published extensively in comparative pathology and marine fauna.

Dr. Antonio Fernández Gómez

Médico especialista en Anatomía Patológica en el Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín (Especialidad obtenida en 2023 en el Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín). Graduado en medicina en 2018 por la Universidad Autónoma de Madrid. Estudiante de doctorado en la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Colaborador docente en el Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín. *Medical specialist in Pathology at Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín (Specialty obtained in 2023 at Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín). Graduated in Medicine in 2018 at University Autónoma de Madrid. PhD student at the University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Teaching collaborator at the Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín.*

Dra. Raquel Puig Lozano

Doctora en Veterinaria. Doctorado en Patología de Cetáceos por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Veterinary Medicine PhD. PhD in Cetacean Pathology by University of Las Palmas de Gran Canaria.

Dr. Óscar Quesada

Doctor en Veterinaria y Diplomado Europeo en Patología Veterinaria (Dipl.ECVP). Es profesor en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, con amplia experiencia en diagnóstico patológico y patología forense. Su trabajo combina la práctica diagnóstica, la docencia y la investigación.

European Diplomate in Veterinary Pathology (Dipl. ECVP) and lecturer at the University of Las Palmas de Gran Canaria. He has extensive experience in diagnostic and forensic pathology. His work combines diagnostic practice, teaching, and research.

Dra. Eva Sierra

Profesora titular y veterinaria especializada en patología de cetáceos, desarrolla su labor en la ULPGC. Su trayectoria incluye más de cien artículos y proyectos clave sobre enfermedades emergentes y conservación marina, participando activamente en redes científicas internacionales.

Associate Professor at ULPGC and a veterinary specialist in cetacean pathology and marine mammal health. With over a hundred scientific publications, her work advances the understanding of emerging diseases and marine conservation, while contributing to international expert networks.

Dr. Miguel A. Rivero

Doctor en Anatomía Veterinaria por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Profesor titular del Departamento de Morfología. Investigador perteneciente al grupo de Histología y Patología de Mamíferos Terrestres y Marinos del Instituto de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (IUSA) de la ULPGC especialista en anatomía comparada con técnicas de diagnóstico por imagen en mamíferos marinos y elasmobranchios.

PhD in Veterinary Anatomy from the University of Las Palmas de Gran Canaria. Associate Professor in the Department of Morphology. Researcher in the Terrestrial and Marine Mammal Histology and Pathology Group at the IUSA-ULPGC, specializing in comparative anatomy and imaging-based diagnostics in marine mammals and elasmobranchs.

Dr. Cristian Suárez-Santana

Investigador centrado en el estudio anatómico y anatomopatológico comparativo. Su producción

científica incluye trabajos sobre descripciones anatómicas en cetáceos, diagnóstico de enfermedades emergentes y sobre las causas de muerte en fauna silvestre, con énfasis en ciencias forenses y un enfoque orientado a la conservación de especies.

Researcher focused on comparative anatomical and anatomopathological studies. His scientific output includes work on anatomical descriptions in cetaceans, diagnosis of emerging diseases, and causes of death in wildlife, with emphasis on forensic sciences and a conservation-oriented approach to species protection.

Dra. Alicia Velázquez-Wallraf

Veterinaria y Doctora en Sanidad Animal. Su investigación se centra en la patología de animales acuáticos, desarrollando modelos animales para investigación biomédica

Veterinarian and PhD in Animal Health. Her research focuses on the study of aquatic animal pathology, developing animal models for biomedical research.

Índice / Contents

Prefacio / *Preface*17

Introducción a la microscopía electrónica (M.E.) / *Introduction to Electron Microscopy (EM)*
Alfonso Blanco, Antonio Fernández19

I. Citología. La célula del delfín / *Cytology. The Dolphin Cell*

Capítulo 1. La célula y su ultraestructura / *The cell and its ultrastructure*
Alfonso Blanco, Pedro Herráez, Antonio Fernández22

II. Histología. La célula en los tejidos de delfín / *Histology. The Cell in Dolphin Tissues*

Capítulo 2. La célula en los tejidos / *The Cell in Tissues*
Alfonso Blanco, Marisa Andrada, Antonio Fernández69

Capítulo 3. Tejido muscular / *Muscle Tissue*
Alfonso Blanco, Eva Sierra, Nakita Câmara, Antonio Fernández101

Capítulo 4. Vasos sanguíneos (tejidos epitelial, conectivo y muscular) / *Blood Vessels (Epithelial, Connective, and Muscle Tissues)*
Alfonso Blanco, Yara Bernaldo de Quirós, Marina Arregui, Antonio Fernández122

Capítulo 5. Tejido nervioso / *Nervous Tissue*
Alfonso Blanco, Eva Sierra, Antonio Fernández.....139

III. La célula en los órganos de delfín / *The Cell in Dolphin Organs*

Capítulo 6. Piel / *Skin*
Alfonso Blanco, Manuel Arbelo, Antonio Fernández152

Capítulo 7. Aparato Respiratorio / *Respiratory System*
Alfonso Blanco, Manuel Arbelo, Antonio Fernández178

Índice

Capítulo 8. Estómago / <i>Stomach</i>	
Alfonso Blanco, Miguel A. Rivero, Raquel Puig, Antonio Fernández	202
Capítulo 9. Intestino y páncreas / <i>Intestine and Pancreas</i>	
Alfonso Blanco, Antonio Fernández Gómez, Antonio Fernández	216
Capítulo 10. Hígado / <i>Liver</i>	
Alfonso Blanco, Cristian Suarez-Santana, Antonio Fernández	233
Capítulo 11. Aparato urinario (Riñón) / <i>Urinary System (Kidney)</i>	
Alfonso Blanco, Antonio Fernández Gómez, Antonio Fernández	251
Capítulo 12. Sistema inmune (Timo, Linfonodo y Bazo) / <i>Immune System (Thymus, Lymph Node, and Spleen)</i>	
Alfonso Blanco, Ayoze Castro, María José Caballero, Antonio Fernández.....	287
Capítulo 13. Aparato Reproductor femenino / <i>Female Reproductive System</i>	
Alfonso Blanco, Antonio Espinosa de los Monteros, Antonio Fernández	327
Capítulo 14. Aparato Reproductor masculino / <i>Male Reproductive System</i>	
Alfonso Blanco, Cristian Suarez-Santana, Antonio Fernández	351
Capítulo 15. Sistema Endocrino (Adenohipófisis) / <i>Endocrine system (adenohypophysis)</i>	
Paula Alonso Almorox, Alfonso Blanco, Antonio Fernández	388
Capítulo 16. Sistema Endocrino (Tiroides) / <i>Endocrine System (Thyroid)</i>	
Alfonso Blanco, Paula Alonso Almorox, Antonio Fernández	431
Capítulo 17. Sistema Endocrino (Adrenales) / <i>Endocrine System (Adrenal Glands)</i>	
Paula Alonso Almorox, Alfonso Blanco, Antonio Fernández	455
Capítulo 18. Cerebro / <i>Brain</i>	
Alfonso Blanco, Eva Sierra, Manuel Arbelo, Antonio Fernández	475
Capítulo 19. Cerebelo. <i>Cerebellum</i>	
Alfonso Blanco, Eva Sierra, Óscar Quesada, Antonio Fernández	487
Capítulo 20. Ojo / <i>Eye</i>	
Alfonso Blanco, Ayoze Castro, Alicia Velázquez-Wallraf, Antonio Fernández	508
Conclusión / <i>Conclusion</i>	542
Bibliografía / <i>Bibliography</i>	544

Prefacio

Preface

Alfonso Blanco, Antonio Fernández



En esta introducción intentaremos explicar lo que representa este libro (atlas) más allá de su indiscutible calidad y originalidad, ya que no existe hasta hoy, en el mundo, un atlas que muestre las células de delfines y su ultraestructura con la amplitud y detalle del presente. El factor humano y las relaciones académicas que se han tejido a lo largo de los años, en el contexto profesional, nos han permitido configurar un camino de transmisión del conocimiento —de “discípulo a maestro, de maestro a discípulo”— centrado en la microscopía electrónica como instrumento fundamental para establecer referencias normales y diagnosticar patologías, especialidad de todos los que participamos en este libro.

La microscopía electrónica (ME) es una técnica que requiere instrumentos de alta complejidad y personal altamente especializado. El Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Córdoba (UCO), creado por el Profesor Amador Jover y ubicado estratégicamente, en sus orígenes, en la Cátedra de Histología y Anatomía Patológica de la Facultad de Veterinaria, fue fundamental para convertir este servicio en un referente pionero en la aplicación de esta técnica a las Ciencias Veterinarias, con una repercusión científica nacional e internacional que se mantiene hasta la actualidad. Hoy, como Servicio General de la UCO, continúa con el mismo espíritu de curiosidad y afán de conocimiento que motivó a los científicos alemanes Ernst Ruska y Max Knoll a diseñar el primer microscopio electrónico entre 1931 y 1933.

Antonio Fernández finalizó sus estudios de Veterinaria en 1982 y, por circunstancias personales, realizó el examen de licenciatura que, en aquella época, era requisito para acceder a las plazas de profesor ayudante o encargado de curso que convocaba la Universidad de Córdoba. No podía imaginar entonces que, cuarenta y dos años después, estaría finalizando este atlas, dedicado a una especie marina, en colaboración con uno de sus maestros, el Profesor Alfonso Blanco Rodríguez, referente español —desde las Ciencias Veterinarias— en el estudio ultraestructural de las células animales mediante la Microscopía Electrónica, con objetivos de observación, descripción e interpretación “normal y/o patológica”, fundamentos de la Morfología y la Patología Celular.

El Profesor Alfonso Blanco, discípulo del Catedrático Amador Jover Moyano, lideró y desarrolló, junto con el apoyo del Profesor Tomás Moyano y en colaboración con los profesores Miguel Ángel Sierra y Antonio Gázquez Ortiz, una intensa actividad investigadora tanto en tejidos animales normales como patológicos. La prolífica producción científica de sus discípulos (Librado Carrasco, José Carlos Gómez Villamandos, Elena Mozos, Antonio Bernabé, Aniceto Méndez, María José Bautista y José Pérez, entre otros) consolidó a la Universidad de Córdoba como centro de referencia en ME aplicada a las Ciencias Veterinarias. Los profesores Jover, Blanco, Sierra y Gázquez promovieron la morfología comparada con un en-

foque “morfofuncional”, vinculando la morfofisiología y la morfofisiopatología celular, pilares esenciales para el diagnóstico morfológico de las enfermedades en patología animal, humana y vegetal.

Antonio Fernández realizó su tesis doctoral en la Universidad de Córdoba (1984) utilizando la Microscopía Electrónica en el estudio morfopatológico de la adenohipófisis del pollo (*Gallus domesticus*) durante el shock por inoculación experimental de *E. coli*. A partir de sus resultados se publicaron los primeros artículos de anatomía patológica en revistas científicas internacionales, lo que supuso un salto cualitativo para todo el grupo de Histología y Anatomía Patológica de la Universidad de Córdoba, hoy un referente nacional e internacional desde Andalucía.

La creación de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (1986-87) y la incorporación, a principios de los años noventa, de jóvenes veterinarios liderados por el Profesor Antonio Fernández, permitió conformar un grupo de docentes e investigadores que integraron la microscopía electrónica como herramienta fundamental en sus tesis y trabajos diagnósticos. En esa etapa comenzaron su actividad académica los actuales catedráticos de la ULPGC, Antonio Espinosa de los Monteros, Francisco Rodríguez Guisado, Jorge Oros Montón y Pedro Herráez Thomas, a los que se sumaron posteriormente Marisa Andrada, María José Caballero, Miguel Rivero, Manuel Arbelo, Eva Sierra, Ayoze Castro, Óscar Quesada y Cristian Santana. Todos ellos representan diferentes generaciones que se han sucedido junto a numerosos becarios, investigadores en formación y personal técnico, manteniendo los principios de trabajo en equipo y la relación “maestro-tutor-discípulo” heredada de la UCO, adaptándolos a los nuevos tiempos y reafirmando el valor de la Microscopía Electrónica en nuestra especialidad de Histología y Anatomía Patológica.

En la ULPGC, el grupo de Histología y Anatomía Patológica Veterinaria ha mantenido el principio de una docencia e investigación útiles, evidenciado en la creación y mantenimiento de un servicio de Anatomía Patológica como herramienta diagnóstica para cualquier especie animal, incluyendo un servicio de diagnóstico de biopsias para toda Canarias. El convencimiento de que la especialización en animales marinos otorgaría un valor diferencial a la Facultad de Veterinaria de la ULPGC ha permitido profundizar en el estudio de estas especies, convirtiendo al centro en una referencia internacional en patología de cetáceos.

Es precisamente en estas especies donde reencontramos el vínculo con el Profesor Alfonso Blanco y su conocimiento en Microscopía Electrónica, ahora aplicado al estudio de los delfines. Así, hemos incorporado la experiencia y la pasión por la morfología de los profesores cuyos aportes se reflejan en cada capítulo de este libro, junto con la energía y entusiasmo de los jóvenes becarios que también contribuyen a esta obra. Este atlas representa un legado para la docencia y la investigación en especies marinas, pero también encarna el espíritu del grupo de Histología y Anatomía Patológica de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, donde el respeto, el aprendizaje mutuo y el disfrute compartido presiden el ciclo de la vida académica: “aprendemos y enseñamos”.

Introducción a la microscopía electrónica (M.E.)



Introduction to Electron Microscopy (EM)

Alfonso Blanco, Antonio Fernández

La microscopía electrónica permite estudiar estructuras que no son visibles con un microscopio óptico, aportando un entendimiento profundo de la organización y funcionamiento celular y tisular, tanto en condiciones normales como patológicas.

Citología:

La microscopía electrónica permite estudiar la ultraestructura de las células, es decir, los orgánulos y componentes internos con gran resolución (hasta 0.1 nanómetros).

Identificación precisa de orgánulos y estructuras celulares:

Se puede distinguir entre diferentes tipos de vesículas, gránulos de secreción, lisosomas, peroxisomas, etc., lo cual es difícil con microscopía óptica.

Estudio de las interacciones celulares:

En histología, ayuda a analizar uniones celulares (como desmosomas, uniones estrechas, uniones gap), y cómo se conectan las células entre sí o con la matriz extracelular. Visualización de componentes extracelulares como fibras de colágeno, elastina, láminas basales, etc., con gran precisión.

Apoyo en el diagnóstico e investigación:

En medicina humana y veterinaria, se usa para estudiar tejidos enfermos (por ejemplo, riñón, músculo, nervio) donde se requieren detalles ultraestructurales para diagnosticar enfermedades específicas. También es esencial en investigación biomédica y biotecnológica.

No hay atlas completos de microscopía electrónica en tejidos y órganos de delfín, aunque sí existen estudios dispersos y especializados. Esto representa una oportunidad científica valiosa, especialmente para proyectos de documentación, conservación o investigación morfofuncional.

Los delfines son animales protegidos y no se usan en investigaciones invasivas. Las muestras de tejidos suelen obtenerse de varamientos o necropsias en condiciones no ideales para microscopía electrónica (por su exigencia de fijación inmediata y precisa). La microscopía electrónica requiere una preservación ultraestructural impecable, lo cual es difícil en cetáceos por su tamaño y por el tiempo que tarda la fijación en tejidos post-mortem. Existen algunos artículos científicos aislados que han descrito órganos o tejidos de delfines bajo microscopía electrónica (por ejemplo, en sistema nervioso, piel, sistema auditivo), pero no se han compilado en forma de un atlas visual sistemático.

INTRODUCTION TO ELECTRON MICROSCOPY (EM)

Electron microscopy enables the study of structures that are not visible with a light microscope, providing a deeper understanding of cellular and tissue organization and function, both under normal and pathological conditions.

Cytology:

Electron microscopy enables the study of the ultrastructure of cells, organelles and internal components, with high resolution (up to 0.1 nanometers).

Precise identification of organelles and cellular structures:

It allows for differentiation between various types of vesicles, secretory granules, lysosomes, peroxisomes, etc., which is difficult with light microscopy.

Study of cellular interactions:

In histology, it helps analyze cell junctions (such as desmosomes, tight junctions, gap junctions) and how cells connect to each other or to the extracellular matrix. It also allows for precise visualization of extracellular components like collagen fibers, elastin, and basal laminae.

Support in diagnostics and research:

In both human and veterinary medicine, electron microscopy is used to study diseased tissues (e.g., kidney, muscle, nerve) where ultrastructural details are needed to diagnose specific conditions. It is also essential in biomedical and biotechnological research.

There are no complete electron microscopy atlases of dolphin tissues and organs, although some scattered and specialized studies do exist. This represents a valuable scientific opportunity, especially for documentation, conservation, or morphofunctional research projects.

Dolphins are protected animals and are not used in invasive research. Tissue samples are usually obtained from strandings or necropsies, often under suboptimal conditions for electron microscopy due to its need for immediate and precise fixation. Electron microscopy requires impeccable ultrastructural preservation, which is challenging in cetaceans due to their size and the time it takes for post-mortem tissue fixation. There are a few isolated scientific articles that describe dolphin organs or tissues under electron microscopy (e.g., nervous system, skin, auditory system), but they have not been compiled into a systematic visual atlas.

I. Citología. La célula del delfín



Cytology. The Dolphin Cell

1

La célula y su ultraestructura The cell and its ultrastructure



Alfonso Blanco, Pedro Herráez, Antonio Fernández

*E*l estudio de la morfología celular y tisular en cetáceos presenta desafíos únicos debido a su naturaleza altamente especializada y su adaptación extrema al medio acuático. Estos mamíferos marinos han desarrollado estructuras morfológicas y fisiológicas singulares que les permiten sobrevivir en entornos de alta presión, baja temperatura y escasez de oxígeno durante inmersiones prolongadas. Para comprender a fondo estas adaptaciones, es esencial contar con herramientas de observación que permitan explorar la arquitectura celular con gran resolución y detalle.

La microscopía electrónica, tanto de transmisión (TEM) como de barrido (SEM), constituye una técnica indispensable en este contexto, ya que supera ampliamente los límites de resolución de la microscopía óptica convencional. Esta tecnología permite visualizar componentes subcelulares como mitocondrias, retículo endoplásmico, desmosomas, inclusiones citoplasmáticas y modificaciones en la membrana plasmática, fundamentales para interpretar procesos fisiológicos y patológicos en cetáceos.

El uso de la microscopía electrónica en cetáceos ha permitido descubrir adaptaciones ultraestructurales en tejidos como la epidermis, el músculo esquelético, el epitelio lingual, el sistema nervioso central y órganos sensoriales como el oído interno. Asimismo, ha contribuido significativamente al diagnóstico de enfermedades, al estudio de los efectos del varamiento o captura incidental, y al análisis de respuestas celulares al estrés ambiental o fisiológico.

En este marco, la microscopía electrónica no solo es una herramienta técnica, sino un puente esencial entre la morfología celular y la comprensión integral de la biología funcional de los cetáceos. Su aplicación resulta, por tanto, crucial para avanzar en la conservación, la medicina veterinaria marina y la investigación comparada en mamíferos.

En el capítulo 1, presentamos células y estructuras celulares que posteriormente estudiaremos en cada uno de sus correspondientes tejidos u órganos.

*T*he study of cellular and tissue morphology in cetaceans presents unique challenges due to their highly specialized nature and extreme adaptation to the aquatic environment.

These marine mammals have developed unique morphological and physiological structures that enable them to survive in conditions of high pressure, low temperatures, and limited oxygen during prolonged dives. To fully understand these adaptations, it is essential to use observation tools that allow exploration of cellular architecture with high resolution and detail.