

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

VOL V

 EDITORA
ARTEMIS
2025

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

VOL V

 EDITORA
ARTEMIS
2025



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Manuel Simões
Imagem da Capa	Vivilweb/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, *Universidade Federal de Uberlândia*, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, *Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)*, Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, *Universidade do Estado de Mato Grosso*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa*, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, *Universidade de Brasília-DF*, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – *New Jersey Institute of Technology*, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, *Universidade Estadual do Ceará*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, *Universidade de São Paulo (USP)*, Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
Prof.^a Dr.^a Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina



Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha
 Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay
 Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México
 Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá
 Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
 Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
 Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina
 Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
 Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
 Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México
 Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia
 Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru
 Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
 Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos
 Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
 Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
 Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, Unifimes - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
 Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México
 Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha
 Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia
 Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México
 Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
 Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
 Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
 Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
 Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
 Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
 Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
 Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
 Prof.ª Dr.ª Maurícea Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
 Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em biociências e biotecnologia [livro eletrônico] : desafios, avanços e possibilidades V / Organizador Manuel Simões. – Curitiba, PR: Artemis, 2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-73-4

DOI 10.37572/EdArt_081225734

1. Ciências biológicas. 2. Biotecnologia. 3. Biomedicina.
I. Simões, Manuel.

CDD 574

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

O volume V de **Estudos em Biociências e Biotecnologia: Desafios, Avanços e Possibilidades** reúne contribuições que refletem a riqueza, a complexidade e a interdisciplinaridade que caracterizam o campo contemporâneo das biociências. Os oito capítulos que compõem esta edição foram organizados em três eixos amplos, estruturados de forma a destacar conceitos, convergências metodológicas e interfaces entre pesquisa básica, aplicações tecnológicas e a estratégia e ética em ciências da saúde e na investigação.

O **primeiro eixo, Biotecnologia, Bioativos e Ciências Biológicas Aplicadas**, concentra estudos que exploram fenômenos essenciais da vida em níveis molecular, celular e fisiológico. Os capítulos analisam desde interações entre peptídeos e bicamadas lipídicas aplicadas ao desenvolvimento de nanopartículas, até o potencial terapêutico de espécies vegetais amplamente utilizadas em medicina tradicional, nomeadamente a planta *Salvia purpurea*. A ecofisiologia também se faz presente, com investigações sobre o impacto da temperatura no crescimento e metabolismo energético de organismos aquáticos, fundamentais para manejo sustentável e produção controlada. Assim, este bloco articula biotecnologia, bioativos e modelos experimentais, oferecendo uma visão integrada das bases e das possibilidades da investigação biomolecular e biotecnológica.

O **segundo eixo, Biotecnologia Ambiental, Sustentabilidade e Profissões da Saúde**, reúne trabalhos voltados à aplicação direta das biociências na resposta a desafios ambientais e tecnológicos. Os dois capítulos apresentam soluções inovadoras de biorremediação por meio do uso de biomassa vegetal, demonstrando a eficiência de resíduos agroindustriais – como bagaço de cana-de-açúcar e cáscara de amendoim – na remoção de contaminantes tóxicos e recalcitrantes. Tais estudos reforçam a relevância da biotecnologia ambiental para o desenvolvimento sustentável e para a mitigação de impactos da ação antropogênica.

No terceiro eixo, **Dimensões Éticas e Profissionais da Ciência e da Saúde**, destacam-se reflexões sobre a crescente complexidade dos ensaios clínicos e sobre o papel estratégico do coordenador na interface entre pesquisa, ética e regulamentação. Complementa o eixo uma análise aprofundada dos limites, desafios e inovações éticas na prática da enfermagem, ressaltando a centralidade da conduta profissional e da responsabilidade humana no cuidado em saúde. Este eixo se completa com a reflexão sobre o legado científico de Rosalind Franklin, no pioneirismo na cristalografia de raios X, cuja contribuição foi decisiva para a elucidação da estrutura do DNA. O seu trabalho, apesar de não devidamente reconhecido, mudou o curso da biologia molecular, suscitando atualmente debates sobre o reconhecimento, a ética e a equidade na ciência.

Ao articular avanços moleculares, aplicações (bio)tecnológicas, reflexões históricas e práticas profissionais, este volume reafirma a vocação das biociências e da biotecnologia como campos em constante evolução, cuja produção científica dialoga tanto com os fundamentos da vida quanto com os grandes desafios sociais e ambientais do nosso tempo. Esperamos que a leitura inspire novas investigações, fortaleça perspectivas interdisciplinares e contribua para a construção de soluções inovadoras que ampliem as fronteiras do conhecimento e de suas aplicações.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Manuel Simões

SUMÁRIO

BIOTECNOLOGIA, BIOATIVOS E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS APLICADAS

CAPÍTULO 1..... 1

INTERACCIÓN DEL PÉPTIDO MELITINA CON BICAPAS LIPÍDICAS: EFECTOS EN LA PERMEABILIDAD Y APLICACIÓN CON NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS

Azucena González-Horta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257341

CAPÍTULO 2..... 16

ETNOFARMACOLOGÍA DE *Salvia purpurea* L.

Gabriela Ávila Villarreal

Brisia Marlen Ortiz Vargas

Guadalupe Yáñez Ibarra

Martha Edith Cancino Marentes

Yoshajandith Aguirre Vidal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257342

CAPÍTULO 3..... 29

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GROWTH, BIOMASS PRODUCTION AND ENERGY METABOLISM OF *Poecilia reticulata* (PETERS, 1860)

José Román Latournerié Cervera

Alma Rosa Estrada-Ortega

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257343

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 4..... 36

REMOCIÓN DE CROMO (VI) EN SOLUCIÓN ACUOSA POR LA BIOMASA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)

Alejandra C. Hernández Terán

Daniela C. Aranda González

Adriana Rodríguez Pérez

Juan Fernando Cárdenas González

Víctor Manuel Martínez Juárez

Ismael Acosta Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257344

CAPÍTULO 5.....47

ELIMINACIÓN DE CROMO (VI) DE AGUAS CONTAMINADAS POR LA BIOMASA DE LA CÁSCARA DE CACAHUATE (*Arachys hypogaea*)

Adriana Rodríguez Pérez

Juan Fernando Cárdenas González

Víctor Manuel Martínez Juárez

Dalila del Socorro Contreras Briones

Claudia M. Martínez Rodríguez

Ismael Acosta Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257345

DIMENSÕES ÉTICAS E PROFISSIONAIS DA CIÊNCIA E DA SAÚDE

CAPÍTULO 6..... 54

EL PAPEL ESTRATEGICO DEL COORDINADOR EN LOS ENSAYOS CLÍNICOS

Pilar de la Torre Flórez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257346

CAPÍTULO 7..... 64

ÉTICA EM ENFERMAGEM: LIMITES, DESAFIOS E INOVAÇÃO

Isabel Maria Ribeiro Fernandes

Hélène Ferreira Malta

Maria Hermínia Nunes Barbosa

Paula Cristina do Vale Lopes Pissarra

Paulo Jorge Lopes Matos

António Manuel Almeida Tavares Sequeira

Maria João Almeida Nunes

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257347

CAPÍTULO 8.....77

ROSALIND ELSIE FRANKLIN. UNA CIENTÍFICA RECONOCIDA TARDÍAMENTE

Donají López Torres

Edith Cortés Barberena

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0812257348

SOBRE O ORGANIZADOR.....92

ÍNDICE REMISSIVO 93

CAPÍTULO 8

ROSALIND ELSIE FRANKLIN. UNA CIENTÍFICA RECONOCIDA TARDÍAMENTE

Data de submissão: 13/11/2025

Data de aceite: 01/12/2025

Donají López Torres

Departamento de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa
Ciudad de México, México

Edith Cortés Barberena¹

Departamento de Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa
Ciudad de México, México
<https://orcid.org/0000-0003-0186-7338>

RESUMEN: Rosalind Franklin, destacada cristalógrafa de rayos X, realizó contribuciones cruciales al descubrimiento de la estructura del ADN en un entorno científico dominado por hombres. Su famosa foto 51, obtenida en 1952, fue fundamental para el entendimiento de la doble hélice del ADN. A pesar de su rigor y talento, Franklin enfrentó numerosos desafíos debido a su género, reflejando la subrepresentación femenina en las ciencias. Según la UNESCO, en el año 2021, solo el 33% de los investigadores son mujeres, lo que subraya la persistente brecha de género en STEM. El artículo analiza la trayectoria de Franklin desde su educación en Londres hasta

¹ Autor correspondiente.

su trabajo en el King's College de Londres, donde se encontró con la resistencia de sus colegas masculinos, especialmente de Maurice Wilkins. A pesar de sus aportes significativos, como la identificación de las formas A y B del ADN, su trabajo fue subestimado y, en muchos casos, utilizado sin reconocimiento. La controversia culminó cuando Watson y Crick, con acceso a sus datos, publicaron su modelo de ADN en 1953, omitiendo su contribución. El legado de Franklin se ha vuelto un símbolo en la lucha contra la desigualdad en la ciencia. Su vida y trabajo resaltan la necesidad de visibilizar las contribuciones de las mujeres en STEM y de implementar políticas que promuevan la igualdad de género en la ciencia. Su historia es un recordatorio de que la excelencia no siempre garantiza reconocimiento, y que es esencial fomentar un ambiente inclusivo en la ciencia.

PALABRAS CLAVE: Rosalind Franklin; estructura del ADN; cristalografía de rayos X; mujeres en áreas STEM.

1. INTRODUCCIÓN

Rosalind Franklin destacó en cristalografía de rayos X en un entorno dominado por hombres. Su foto 51 (1952) fue fundamental para descifrar la estructura del ADN. Su rigor metodológico contrastaba con la cultura científica de la época que minusvaloraba enfoques femeninos.

Actualmente la subrepresentación femenina en áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) persiste a pesar de los avances formales. Según la UNESCO, sólo alrededor del 33% de investigadores científicos a nivel mundial, son mujeres (UNESCO, 2021). El caso de Rosalind Franklin ejemplifica cómo los estereotipos y dinámicas institucionales marginan contribuciones femeninas.

2. OBJETIVO

El propósito de este artículo es visibilizar las contribuciones de Rosalind Franklin (1920-1958) al descubrimiento del ADN, desafíos y su legado como referente para mujeres en STEM. El análisis de su trayectoria revela patrones de exclusión que actualmente persisten y perpetúan la brecha de género en ciencia.

3. DESCUBRIENDO EL LEGADO DE ROSALIND FRANKLIN

3.1. VIDA Y TRAYECTORIA ACADÉMICA

Rosalind Elsie Franklin nació el 25 de julio de 1920, en Londres. Tuvo cuatro hermanos: David, Colin, Roland y Jenifer, de los cuales, ella era la segunda hermana mayor. Su padre se llamaba Ellis Franklin (1894–1964), originario de una familia de Polonia que emigró a Inglaterra en el siglo XVIII. Por otra parte, su madre, Muriel Walley (1894–1976), provenía de una familia de ascendencia judía (Fresquet Febrer, 2017) destacada por conformarse de profesores, intelectuales y parlamentarios. Cabe mencionar que su familia era de posición acomodada. El tío de su padre, el vizconde Herbert Louis Samuel, fue el primer judío practicante en formar parte de un gabinete británico. Por otra parte, su tía Helen fue una de las primeras sufragistas en Gran Bretaña (López, 2023).

Desde muy joven su brillantez intelectual fue notable, según su tía, era “alarmantemente inteligente” (“*alarmingly clever*”) (López, 2023). La posición económica familiar permitió que la joven Rosalind Franklin acudiera a los mejores colegios de Inglaterra.

Su primer colegio fue la Escuela Norland Place, cuando ella tenía 6 años. Tres años después, a los 9 años de edad, ingresó a la Escuela Lindores para señoritas, ubicada en Sussex. Uno de los principales motivos del cambio de localización fue su salud delicada en ese momento, pues Sussex era considerado un entorno más saludable. A los 11 años ingresó en la Escuela St. Paul para señoritas, en donde mostró grandes resultados académicos en química, física, en el estudio del latín y deportes como el críquet y el hockey (Baena, 2024). Además, aprendió alemán y a hablar francés con fluidez (Montano, 2022).

En 1938 Franklin ingresó al Newnham College de Cambridge para realizar su carrera universitaria en Ciencias Naturales (física y química). Durante su formación universitaria su desempeño fue muy notable, logrando graduarse en física y química en 1941 (Montano, 2022), aunque por esos años la Universidad de Cambridge aún no otorgaba el grado de licenciatura a las mujeres (Fresquet Febrer, 2017).

En consecuencia a sus títulos y distinciones honoríficas como estudiante, fue acreedora a una beca universitaria para continuar con sus estudios de doctorado en el laboratorio de Física y Química de la Universidad de Cambridge, tutorada por Ronald George W. Norrish (Premio Nobel de Química en 1967). Sin embargo, ella no se sentía cómoda con su tutor (Sánchez, 2021) por su falta de entusiasmo y su trato (Fresquet Febrer, 2017), refiriéndose a él como un tipo “bebedor” y “prepotente”, al no establecer una buena relación de colaboración (Baena, 2024); renunció al laboratorio. Para fortuna de Franklin, en 1942 le ofrecieron colaborar como asistente en la Asociación Británica para la Investigación del uso del Carbón (*British Coal Utilisation Research Association*), en ese momento fue un organismo muy importante durante el conflicto mundial (Montano, 2022).

En ese laboratorio, pudo estudiar diversas características del carbón, tales como: su porosidad, capacidad de combustión y eventualmente, su uso para constituir aparatos de guerra. Con esta información realizó su tesis doctoral titulada “*The Physical Chemistry of Solid Organic Colloids with Special Reference to Coal and Related Materials*” (Rosalind Franklin University of medicine and science, 2015) y así defender su tesis en 1946 (Montano, 2022), por la cual fue reconocida con honores, al haber logrado la segunda mejor calificación en el examen final. A pesar de su notable desempeño, su título académico fue otorgado hasta 1947, pues fue hasta ese año cuando la Universidad de Cambridge comenzó a conceder los títulos retroactivos de nivel licenciatura y maestría a las mujeres (Baena, 2024).

Al terminar sus estudios de doctorado se mudó a París en busca de trabajo. En esta etapa de su vida, su amiga Adrienne Weill tuvo un papel importante. En 1946, Weill la invitó a una conferencia y le presentó a Marcel Mathieu, que fungía como director del Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (Montano, 2022). Como consecuencia de dicho encuentro, estableció contacto con Jacques Mering, y en 1947 comenzó a trabajar con él como becaria postdoctoral en el Laboratorio Central de Servicios Químicos del Estado en París (*Laboratoire Central des Services Chimiques de l'Etat*). Durante su estancia desarrolló grandes habilidades, entre ellas, la técnica de difracción de rayos X, de la cual fue pionera. Durante esa época también tuvo la oportunidad de conocer a William Bragg hijo y Max Perutz, que desarrollaban sus investigaciones en cristalografía (Tapia Navarro, 2022).

3.2. DESARROLLO DE HABILIDADES EN LA TÉCNICA DE CRISTALOGRAFÍA DE RAYOS X

En París, Franklin se sintió cómoda ante la aceptación de las mujeres científicas, en comparación con Inglaterra (Montano, 2022). Trabajando junto a Mering aprendió la técnica de cristalografía de rayos X. Esta técnica fue empleada por Mering para el estudio de gases y líquidos. Aplicó sus habilidades técnicas para el estudio del carbón, logrando establecer las bases de su conocimiento físico y químico (Sánchez, 2021). Su manejo de la técnica de difracción de rayos X fue excelso, convirtiéndose en una de las máximas representantes en la técnica de difracción de rayos X a nivel mundial. Ella aún no lo sabía, pero el uso de esta técnica con su alto grado de destreza fue la piedra angular para su posterior estudio del ADN (Montano, 2022).

Rosalind permaneció en París hasta 1951, tiempo que fue muy productivo para ella, pues publicó una gran cantidad de trabajos, de los cuales destacan: “*The interpretation of diffuse X-ray diagrams of carbon*” y “*Acta Crystallographica*”, publicados en 1950 (Tapia Navarro, 2022). Los trabajos de Franklin llamaron la atención por su rigurosidad, su gran detalle, estructura y alta calidad de las conclusiones (Álvarez, 2015).

Después de su estancia en París, regresó a Gran Bretaña, a su regreso se le ofreció una beca en el King’s College de la Universidad de Londres, bajo la dirección de John Randall, para incorporarse a la investigación de la estructura del ADN al lado de Maurice Wilkins, graduado y doctorado en Física (Tapia Navarro, 2022).

En esa época, la dilucidación de la estructura molecular del ADN era de principal interés para tres grupos de trabajo: el grupo liderado por Linus Pauling (Nobel de Química, 1954), en el Instituto de Tecnología de California (CalTech) (Álvarez, 2015); Francis Crick y James Watson, de la Unidad del Consejo de Investigación Médica, liderada por Max Perutz, ubicada en el Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge (AcademiaLab, 2025); y Maurice Wilkins y Rosalind Franklin del King’s College de Londres, liderados por el físico John T. Randall (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016).

3.3. LOGROS Y DIFICULTADES EN EL KING’S COLLEGE

Randall asignó a Franklin un proyecto de investigación para estudiar el ADN mediante técnicas cristalográficas, con el objetivo de completar un equipo interdisciplinario de físicos, químicos y biólogos (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016). Fue justamente durante esa etapa en la cual Franklin se enfrentó a desafíos marcados principalmente por su condición de mujer en el área científica.

Ella entendió que se le proponía un trabajo; sin embargo, la posición que Franklin ocuparía no quedó del todo clara cuando se incorporó (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016). Franklin y Wilkins no pudieron colaborar entre sí desde un inicio, debido a sus personalidades y malos entendidos; por una parte, Franklin creía que la contrataban con la misma categoría que Wilkins; por la otra, él la veía como una subordinada y la hacía sentir solo como una ayudante. Adicionalmente, John Randall nunca definió claramente los roles de cada uno. Ante esta situación, ella trabajaba en solitario, apoyada por su estudiante de doctorado, Raymond Gosling (Álvarez, 2015).

Mientras Franklin trabajaba en el King's College de Londres, notó que había restricciones muy irritantes hacia las mujeres, por ejemplo, no tenían autorizado tomar café en la sala de profesores, ya que solo era permitido a los hombres. Era de conocimiento general que las mujeres que formaban parte del personal del King's College, nunca alcanzarían la misma posición y rango de los hombres. Esta situación, tomada con naturalidad por parte de los hombres, fue evidenciada por Franklin, debido a estas acciones causó incomodidades entre algunos investigadores, entre ellos a Watson que la catalogó como una *"feminista"*, recalcando su desdén hacia ella en su libro *"La doble hélice"*, la cual refleja su punto de vista muy personal del descubrimiento de la estructura del ADN, al expresar que *"el mejor lugar para una feminista era el laboratorio de otra persona"* (Angulo, 2014). Esta declaración fue una clara expresión de la desigualdad de género y el rechazo, en aquellos años, de la labor científica femenina; sin embargo, dichos aspectos en la actualidad siguen persiguiendo a las mujeres en las diversas áreas científicas y durante su formación académica.

A pesar del entorno poco amable, Franklin y Gosling obtuvieron fotos cada vez más nítidas del ADN, empleando la difracción de rayos X. Se podría decir que los avances más importantes para esclarecer la estructura del ADN, fueron aportados por Franklin, entre enero de 1951 y junio de 1952 (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016). Sus trabajos evidenciaron la existencia de dos formas del ácido nucleico: la seca (forma A) y la hidratada (forma B), de ambas se obtenían imágenes muy distintas. La forma hidratada mostraba una probable estructura helicoidal, que orientaba a los fosfatos hacia fuera de las cadenas formadas por ribosas. Por otra parte, el análisis matemático inicial de la forma seca no presentaba evidencia de una estructura helicoidal; sin embargo, al cabo de una evaluación rigurosa, a principios de 1953, se logró determinar que tanto la forma seca como la hidratada poseían dos hélices (Vicente, 2008).

Franklin, determinó que las dificultades en los intentos para interpretar las imágenes de rayos X del ADN, obtenidas hasta ese momento, residían en que se intentaba

analizar una mezcla de las formas A y B, como si se tratasen de una fase única. Con sus estudios, logró evidenciar que las formas A y B eran reversibles entre sí y su coexistencia como mezcla de ambas (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016).

En 1951, expuso los avances a sus colegas del King's College; a dicha plática acudieron James Watson y Francis Crick, por invitación de Maurice Wilkins, fue entonces cuando se enteraron del trabajo de Franklin (ArgenBio, 2025).

En cuanto Watson y Crick, se enteraron de los trabajos de Franklin, tuvieron gran interés en ellos; sin embargo, no fue hasta 1953 cuando tuvieron acceso total, con apoyo de Maurice Wilkins, quien cometió uno de los actos más cuestionables en la historia de la ciencia, al compartir con Watson y Crick datos y fotos de los resultados obtenidos por Franklin y Gosling, en la mayoría de los casos sin que ella lo supiera y sin que ninguno de ellos le otorgara crédito a su aportación. Fue en el mes de enero de 1953, cuando Watson y Crick observaron tres fotografías del ADN obtenidas por Franklin y Gosling, empleando la técnica de difracción de rayos X, entre ellas, la que más les llamó la atención fue la número 51, obtenida el 6 mayo de 1952. Para obtenerla, Franklin perfeccionó los dispositivos que usó, y empleó una exposición de 100 horas (Martins, 2022). Esta imagen fue fundamental para establecer los principios físico-matemáticos de la estructura del ADN pues al analizarla matemáticamente proporcionaba parámetros, tales como: el diámetro de la molécula, ángulo de inclinación de las bases y el número de cadenas de la molécula (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016). Con toda esa información, ella pudo haber realizado una propuesta inicial del modelo del ADN, sin embargo, su rigor científico le dictaba que eran necesarias más pruebas para poder establecer un modelo con certeza. A diferencia de ella, Watson y Crick, recibieron información y ayuda de diversas fuentes, comenzando por Max Perutz, famoso cristalógrafo de su época y miembro del *Medical Research Council*, quien en diciembre de 1952 recibió de Randall una copia de un informe con la descripción de los trabajos más recientes realizados en su laboratorio, entre ellos se incluía un resumen de Franklin y Gosling realizado que mostraba los resultados de sus estudios de difracción de rayos X con el ADN. Este informe era parte de un encuentro realizado por el *Medical Research Council*, con el objetivo de promover y dar a conocer investigaciones de biofísica relacionadas con el área médica. El documento no estaba catalogado como “confidencial”, por eso Perutz se lo proporcionó a Crick, cuando él le solicitó leerlo. Cuando Crick tuvo acceso a esta información fue cuando le surgió la idea de la existencia de dos cadenas antiparalelas (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016). Con esas imágenes, y otros datos, Watson y Crick concluyeron la estructura molecular correcta del ADN y fue publicada en la revista *Nature* el 25 de abril de 1953, el trabajo

fue titulado “*A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*” (páginas 737-738). En ese mismo número de la revista, Wilkins, Stokes y Wilson, publicaron un artículo titulado “*Molecular Structure of Deoxypentose Nucleic Acids*” (páginas 738-740) y finalmente el artículo de Franklin y Gosling titulado “*Molecular Configuration in Sodium Thymonucleate*” (páginas 740-741), éste último proporcionaba la evidencia experimental sobre la estructura molecular del ADN, indicando que la forma B del ADN era consistente con una estructura helicoidal (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016).

El orden de publicación de los tres artículos mencionados, influyó en su impacto, pues más allá de ser considerado como una base clave para la elucidación de la estructura del ADN, el artículo de Franklin y Gosling fue considerado como una comprobación del mismo (Vicente, 2008). Sin la foto 51, el reporte para el *Medical Research Council* y los cálculos matemáticos realizados por Franklin para plantear el modelo genérico de hélice del ADN, Watson y Crick no habrían podido presentar un modelo tan detallado de la estructura del ADN, pues carecían de datos físicos que apoyaran su planteamiento (Martins, 2022).

3.4. DESPUÉS DEL KING 'S COLLEGE

A principios de 1953, Franklin ya se sentía exhausta del entorno King's College y la desaprobación por parte de Wilkins, por lo que decidió trasladarse al Birkbeck College, dirigido por John Desmond Bernal (ArgenBio, 2025), en consecuencia, Randall le solicitó no seguir dirigiendo a Gosling y trabajar en otra línea de investigación que no fuera sobre el ácido nucleico, a través de una carta con tintes de sarcasmo e hipocresía hacia Franklin (Vicente, 2008), por lo que su investigación sobre el ADN terminó al trasladarse al Birkbeck College, cerca de febrero de 1953. Esta acción fue una muestra de actitud poco amistosa del grupo de trabajo del King's College hacia Franklin.

Fue durante el periodo en el que Franklin salía del King's College cuando Gosling le proporcionó, entre otros materiales, la fotografía 51 a Wilkins, quien para ese momento fungía como su superior (Martins, 2022), al ya no estar Franklin en dicho laboratorio; de esa forma Watson y Crick pudieron acceder sin restricción a la información de los experimentos no publicados de Franklin, que proporcionaba evidencia experimental sobre la estructura molecular del ADN (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016).

En marzo de 1953 se integró al Birkbeck College, en donde encontró un entusiasta apoyo en John Desmond Bernal en cuyo laboratorio estudió y estableció la estructura tridimensional del virus del mosaico del tabaco (TMV) empleando métodos de difracción de rayos X (Álvarez, 2015), fue el primer virus cuya estructura se pudo determinar con

detalle y claridad sin precedentes, y se empleó como referencia para el posterior estudio de otros virus; sus excelentes publicaciones y amplio conocimiento la posicionaron como autoridad en el estudio de los virus y una extraordinaria cristalógrafa (Lara, 2006).

Franklin trabajó formó su equipo de investigación con financiación del Consejo de Investigación en Agricultura, y lograron determinar que el TMV posee una molécula de ARN helicoidal envuelto por una estructura proteica formando un cilindro con el centro hueco (Fresquet Febrer, 2017).

A inicios de 1954, Franklin colaboró con Aaron Klug (Nobel de química en 1982), siendo una etapa muy productiva. En 1955, publicó en *Nature* los resultados de sus estudios sobre el TMV, en donde destacó la uniformidad en la longitud de todas las partículas virales. Posteriormente designó a Kenneth Holmes como encargado de los estudios de TMV, con quien logró evidenciar que las proteínas formaban la cubierta del virus (Fresquet Febrer, 2017) (Méndez, 2020).

Trabajó con investigadores con impacto internacional, dirigió tesis doctorales y estableció buenos vínculos con otros científicos (Álvarez, 2015). Su labor científica en Birbeck fue extensa y muy relevante, prueba de ello son sus trabajos publicados antes y después de su fallecimiento (Méndez, 2020).

3.5. ENFERMEDAD Y FALLECIMIENTO

Durante los cinco años siguientes, mientras realizaba importantes avances en la determinación estructural del TMV, Franklin mantuvo una correspondencia activa y un trato amistoso con Watson y Crick, quienes también estudiaban aspectos de la estructura viral (Creager & Morgan), debido a la afinidad de sus estudios en ese momento, ella intercambiaba información con Watson sobre el TMV. A pesar de las opiniones de Watson sobre Franklin, al parecer hubo un momento donde se logró establecer buena relación entre ellos, pues en 1954 viajó con él por los Estados Unidos. Por otra parte, en 1956 viajó por España con Crick y su esposa (ArgenBio, 2025).

Fue a mediados de 1956, durante un viaje por Estados Unidos, sufrió intensos dolores abdominales y sospechó de un problema de salud. En cuanto regresó a Inglaterra acudió al médico y su diagnóstico no demoró: cáncer de ovario; por lo que a finales de ese mismo año se sometió a una cirugía y se detectaron tumores en su abdomen. A pesar de su estado delicado de salud, alternó etapas de investigación con estancias en el hospital y siguió trabajando junto con su grupo generando como resultado: siete artículos publicados en 1956, y seis más publicados en 1957 (Méndez, 2020).

Desde entonces consideró la posibilidad de no poder concluir sus actividades e investigaciones que había comenzado (Fresquet Febrer, 2017), desafortunadamente a

finales de 1957, su salud se vio afectada nuevamente y decidió redactar su testamento (Méndez, 2020).

En 1958, La Real Sociedad de Londres le encargó un modelo estructural del virus del mosaico del tabaco para ser presentado por ella, en la famosa Exposición Universal de Bruselas. Esa presentación no pudo ser posible, pues falleció el 16 de abril de 1958, un día antes de comenzar dicho evento (Fresquet Febrer, 2017), a los 37 años de edad, a causa de bronconeumonía asociada a una carcinomatosis derivada del cáncer de ovario (Álvarez, 2015).

3.6. LA CONTROVERSIDAD: NOBEL DE MEDICINA Y FISIOLÓGIA EN 1962 Y “LA DOBLE HÉLICE”

Rosalind Franklin pudo haber sido una de las ganadoras del Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1962, si hubiera vivido hasta esa fecha. Su muerte simplificó la selección para el comité, ya que el premio Nobel no puede ser otorgado póstumamente (Maureen, 1983).

Lo curioso fue que Franklin dio por correcto el modelo presentado por Watson y Crick, pero nunca supo que Watson y Crick habían accedido y empleado sus resultados aún no publicados para la elaboración del modelo estructural del ADN. Ella reconoció que contaban con la información que presentó en un seminario de 1951 y pensó que ésta fue la única información con que contaron. Debido a la falta del reconocimiento a sus aportaciones, es justo destacar el papel importante que tuvieron los estudios de Franklin en la elucidación de la estructura del ADN (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016).

La omisión como autora de una de las principales evidencias para el esclarecimiento de la estructura del ADN, por parte Francis Crick, James Watson y Maurice Wilkins, como los galardonados por el premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1962, otorgado *“Por sus descubrimientos sobre la estructura molecular de los ácidos nucleicos y su trascendencia en la transferencia de la información en el material vivo”*, dejó en claro la subestimación hacia ella, entre un ambiente científico dominado por hombres y en donde la actividad de las mujeres era vista como un evento disruptivo.

Entre las tres conferencias de Crick, Watson y Wilkins, se citaron 96 referencias, pero ninguna de ellas era de Franklin; sin embargo, fue ella quien aportó los datos para la demostración de la presencia de las dos formas del ADN (forma A y B), también determinó las dimensiones y la simetría de la forma B, con estos datos se evidenció que la estructura del ADN estaba compuesta de dos cadenas que se alineaban de forma antiparalela (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2016).

3.7. LEGADO

Actualmente, en el quehacer diario de la ciencia y la tecnología se cuenta con mujeres que lograron sobrevivir a ambientes representados principalmente por hombres y para ello, muchas tuvieron que someterse a prácticas misóginas (Santillán, 2021). Aunque se ha avanzado poco a poco respecto a la representación de las mujeres en la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas (STEM), aún es uno de los retos más relevantes (Rivas Sepúlveda & Lamas Huerta, 2024).

No queda duda de las importantes contribuciones de Rosalind Franklin sobre la estructura del carbón y el estudio del ARN viral; sin embargo, su mayor aportación a la ciencia fueron los estudios sobre la estructura del ADN; a pesar de ello, su reconocimiento internacional se ha logrado en las últimas dos décadas, pues en su época, el reconocimiento a su contribución fue ignorado (Montano, 2022).

Tuvieron que pasar varios años, y fue a mediados de los 70s que sus amigos cercanos, entre ellos Anne Sayre, publicaron libros y artículos para resaltar su contribución científica en la elucidación de la estructura del ADN (Fresquet Febrer, 2017) y a partir de los 90s este reconocimiento se generalizó (Montano, 2022). Sus aportes y su vida han sido inspiración para diversos reconocimientos, entre los que destacan:

- El Premio Rosalind Franklin, creado en 2001, por el Instituto Nacional del Cáncer de los Estados Unidos; actualmente se han entregado 20 premios a mujeres para reconocer su dedicación a la investigación del cáncer (National Cancer Institute, 2023).
- El Premio Rosalind Franklin, creado en 2003, por la Real Sociedad de Londres, otorgado a científicas jóvenes que hayan residido en el Reino Unido durante tres años o más; hasta este momento se han otorgado 21 premios a proyectos que promueven la contribución de las mujeres en las áreas STEM (The Royal Society, 2025).

4. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El desarrollo económico y humano se alcanza con la contribución de cada uno de los miembros de la sociedad; sin embargo, la desigualdad de género impacta negativamente a la mujeres en el acceso a oportunidades, recursos, educación, empleo, ingresos y participación en la vida económica y social (Hernández-Mena & Magaña Medina, 2024), de esta forma las brechas de género disminuyen las oportunidades de mejoras y perspectivas novedosas para abordar los desafíos globales, nacionales y regionales actuales y futuros (ONU, 2022).

La historia de Franklin es evidencia de cómo el género, la actitud, la jerarquía y el poder influyen en el quehacer científico, limitando la visibilidad principalmente hacia las mujeres. Estos elementos influyeron sobre la vida profesional de Franklin, de tal forma que mientras Watson y Crick recibían reconocimiento global, ella no obtenía crédito por su trabajo (Milagros, 2003), invisibilizándola. Solo décadas después se reconoció que su trabajo fue esencial. Este patrón se mantiene en ciertas medidas y refleja cómo los sesgos de género distorsionan la atribución de méritos a las mujeres en diversas áreas.

Franklin se ha convertido en símbolo contra la desigualdad en ciencia y un ejemplo de la necesidad de reconocimiento e inclusión de los descubrimientos y avances de las mujeres en las áreas STEM. Su legado, actualmente impulsa iniciativas como el Premio Rosalind Franklin de La Real Sociedad de Londres, políticas de visibilización en libros de texto y redes de mentoría para mujeres en las ciencias.

Desafortunadamente, la omisión del reconocimiento a los aportes de Rosalind Franklin, no es el único caso, pues a través de la historia de la ciencia, han sido innumerables mujeres científicas que no han recibido el reconocimiento por sus aportes, a diferencia de colegas hombres, que sí recibieron reconocimiento (Camacho-Beltrán, 2023).

Por otra parte, el legado de Franklin nos demuestra que la excelencia científica no basta para superar sesgos de género; de acuerdo con Santillán (2021), para combatir los sesgos de género se requieren mecanismos transparentes de atribución de autoría, establecer protocolos contra el acoso académico, establecer políticas activas de mentoría y redes de apoyo, así como diseñar e implementar programas en los que el gobierno, en conjunto con la academia favorezcan la inclusión de género en disciplinas de STEM y fomentar la inserción laboral de las mujeres (Arredondo Trapero et al., 2019).

Adicionalmente, en América Latina se cuenta con una reducida participación de mujeres en áreas STEM, de acuerdo con Arredondo y colaboradores (2019) se puede observar que ser mujer aún es una desventaja en áreas de las ciencias, que se refleja al momento de optar por una carrera y al buscar un empleo en las disciplinas STEM. Este fenómeno también tiene una contribución cultural, por lo que debemos estimular a las niñas desde la infancia temprana para que confíen en sus habilidades y destrezas, desarrollen interés por la ciencia y la tecnología, estas acciones podrían ser unos primeros pasos para eliminar los prejuicios asociados a las carreras “para hombres” (Arredondo Trapero et al., 2019).

En México, 3 de cada 10 profesionistas con enfoque STEM, son mujeres; adicionalmente a la baja participación, el Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C. (IMCO) determinó una brecha de ingresos entre hombres y mujeres, lo que impacta en la

tasa de participación femenina en estas áreas (Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C., 2022).

La sobrevivencia de las mujeres dentro de espacios representados en su mayoría por hombres, han favorecido muchas injusticias (Santillán, 2021), por lo que es importante cambiar estas condiciones, para formar grupos de trabajo en donde hombres y mujeres gocen de un ambiente de trabajo cooperativo, con las mismas oportunidades para desarrollarse.

Finalmente, de la vida de Franklin, también podemos destacar la importancia de formar grupos de investigación en donde se impulse el trabajo en equipo, sin barreras y límites *invisibles*, solo de esa forma se podrán obtener más y mejores resultados, pues la unión logra más que las diferencias y el avance de la ciencia y la tecnología requiere los esfuerzos de todos y todas, tal como lo expresó Franklin:

“...Desde mi punto de vista todo lo que demanda la fe es creer que dando lo mejor de nosotros vamos a acercarnos al éxito y que el éxito de nuestros objetivos (mejorar el presente y el futuro de la humanidad) es algo que vale la pena lograr”. (Franklin, 1940, citado por Méndez, 2020)

5. CONSIDERACIÓN FINAL: EN RELACIÓN CON EL RECIENTE FALLECIMIENTO DEL DR. JAMES WATSON

James Dewey Watson, nació el 6 de abril de 1928, en la ciudad de Chicago, Illinois, Estados Unidos de América y falleció el 6 de noviembre del 2025 a la edad de 97 años, en Long Island, Nueva York. Desde muy joven mostró interés por la ciencia y en 1950 obtuvo su doctorado en zoología, dirigido por el biólogo italiano Salvador Edward Luria. Durante su formación profesional tuvo la oportunidad de relacionarse con genetistas y microbiólogos, lo que llevó a orientar sus estudios a la microbiología y a los bacteriófagos (Fernández & Tamaro, 2004). Entre 1951 y 1953 trabajó con Francis Crick en el Laboratorio Cavendish, de la Universidad de Cambridge. El inicio de su reconocimiento internacional comenzó cuando en 1953, publicó el modelo de la doble hélice del ADN, en colaboración con Francis Crick. Esta aportación revolucionó la biología y sentó las bases de la genética moderna y por lo cual recibieron el premio Nobel de Medicina en 1962 (Guevara Pardo, 2004).

Dentro de sus participaciones más destacadas se encuentra la dirección del *Cold Spring Harbor Laboratory* en Nueva York (Sánchez, 2025) y la dirección del Proyecto Genoma Humano de 1988 hasta 1992 (Fernández & Tamaro, 2004).

Su vida estuvo rodeada de aciertos y polémica desde la omisión del reconocimiento a las aportaciones de Franklin en la elucidación de la estructura del ADN, hasta posturas racistas expresadas públicamente; sin embargo es destacable su inagotable curiosidad

(Sánchez, 2025), perseverancia, tenacidad (Anderson, 1992) e inclinación hacia la ciencia desde temprana edad; así como su postura contra la posibilidad de patentar los genes humanos (Sánchez, 2025), principal motivo por el cual renunció al Proyecto Genoma Humano en 1992 (Anderson, 1992).

El legado de Franklin, así como la de Watson, nos muestra que el quehacer científico es influenciado por las acciones humanas. Si bien cada uno de los involucrados en la elucidación de la estructura del ADN contribuyeron notablemente, es probable que sin las barreras invisibles impuestas por la desigualdad de género, sometimiento y sentimiento de superioridad, los resultados pudieron haber sido más productivos. Debemos reconocer que en la ciencia, como actividad humana, tan importante es el impacto de los aportes científicos como la responsabilidad de nuestros actos hacia los demás.

6. AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración de este escrito se contó con el apoyo de la SECIHTI en el año 2025.

REFERENCIAS

AcademiaLab. (2025). *Laboratorio Cavendish*. Enciclopedia. <https://academia-lab.com/enciclopedia/laboratorio-cavendish/>

Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016, mayo-agosto). *Rosalind Franklin y la estructura molecular del ADN: un caso de historia de la ciencia para aprender sobre la naturaleza*. Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/5043/504373194002.pdf>

Álvarez, J. P. (2015, julio). Rosalind Franklin y el descubrimiento de la estructura del ADN. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(4), 544-549. 10.1016/j.rmcl.2015.07.007

Angulo, E. (2014, Mayo 9). *El caso de Rosalind Franklin*. Mujeres con ciencia. <https://mujeresconciencia.com/2014/05/09/el-caso-de-rosalind-franklin/>

ArgenBio. (2025). *Rosalind Franklin, "La Dama Ausente de la Doble Hélice"*. Consejo Argentino para la información y el desarrollo de la Biotecnología. <https://www.argenbio.org/12575-rosalind-franklin-la-dama-ausente-de-la-doble-helice>

Arredondo Trapero, F. G., Vázquez Parra, J. C., & Velázquez Sánchez, L. M. (2019, Abril). STEM and Gender Gap in Latin America. *Revista de El Colegio de San Luis*, 9(18), 137-158. <https://doi.org/10.21696/rcsl9182019947>

Baena, M. (2024, enero 05). *Rosalind Elsie Franklin (1920-1958) "Descubridora del ADN"*. Ella es la Historia. <https://blogs.elespectador.com/cultura/ella-es-la-historia/rosalind-elsie-franklin-1920-1958-descubridora-del-adn/>

Creager, A., & Morgan, G. (2018, Junio). After the Double Helix: Rosalind Franklin's Research on Tobacco mosaic virus. *The History of Science Society*, 99, 239-272. 10.1086/588626

Fresquet Febrer, J. L. (2017, Febrero). *Epónimos y Biografías. Rosalind Franklin (1920-1958)*. Historia de la medicina. <https://www.historiadelamedicina.org/pdfs/franklin.pdf>

Gardner, H., & Gardner, H. (2023, Junio). (PDF) *STEM -STEAM: inicios, importancia y su relación con la educación técnica y la sociedad*. ResearchGate. Retrieved July 11, 2025, from https://www.researchgate.net/publication/374951991_STEM_-STEAM_inicios_importancia_y_su_relacion_con_la_educacion_tecnica_y_la_sociedad

Hernández-Mena, V., & Magaña Medina, D. E. (2024). Narrativas de mujeres en STEM: El apoyo social como elemento clave en el desarrollo profesional. *Journal of Behavior, Health & Social Issues*, 16(2), 15-23. <https://doi.org/10.22201/fesi.20070780e.2024.16.2.86720>

Lara, C. (2006). Rosalind Franklin y el descubrimiento de la estructura del DNA. Un estudio de caso sobre la (in)visibilidad de las mujeres en ciencia. *ArCiBel*. https://archivoweb.amit-es.org/sites/default/files/pdf/publicaciones/catalina_lara_2006.pdf

López, O. (2023, Diciembre 14). *La dama atrás del ADN: Rosalind Franklin (1920-1958)*. Historia Hoy. <https://historiahoy.com.ar/136303-la-dama-atras-del-adn-rosalind-franklin-1920-1958/>

Macho, M. (2014, Mayo 9). *El caso de Rosalind Franklin*. Mujeres con ciencia. <https://mujeresconciencia.com/2014/05/09/el-caso-de-rosalind-franklin/>

Martins, A. (2022, Mayo 6). *Foto 51: la fascinante historia detrás de la célebre imagen de Rosalind Franklin sobre la estructura del ADN*. BBC. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-61335659>

Maureen, J. (1983). Rosalind Franklin: From coal to DNA to plant viruses. *Journal of Chemical Education*. DOI: 10.1021/ed060p660

Méndez, B. S. (2020, Diciembre). Rosalind Franklin (1920-1958). *Química Viva*.

Milagros, O. (2003, Noviembre 16). La dama oscura del ADN. *El país*, 11.

Montano, J. (2022). *Rosalind Franklin: biografía, aportes, reconocimientos, obras*. Lifeder. Retrieved July 11, 2025, from <https://www.lifeder.com/rosalind-franklin/>

ONU. (2022, Febrero 11). *Necesitamos más mujeres en carreras STEM | ONU Mujeres - América Latina y el Caribe*. ONU Mujeres. <https://lac.unwomen.org/es/stories/noticia/2022/02/necesitamos-mas-mujeres-en-carreras-stem>

Rivas Sepúlveda, E., & Lamas Huerta, P. A. (2024). Más allá de los estereotipos: participación de mujeres en carreras tecnológicas y STEM. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 36(2), 247-271. <https://doi.org/10.54674/ess.v36i2.903>

Rosalind Franklin University of medicine and science. (n.d.). *Dr. Rosalind Franklin*. Rosalind Franklin University. Retrieved Noviembre 3, 2025, from <https://www.rosalindfranklin.edu/about/facts-figures/dr-rosalind-franklin/>

Sánchez, E. (2021, Diciembre 2). *Rosalind Franklin: biografía y aportes de esta química británica*. Psicología y Mente. <https://psicologiyamente.com/biografias/rosalind-franklin>

Santillán, M. L. (2021, Noviembre 25). *Perspectiva de género en la ciencia, una forma de erradicar las violencias*. Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/1198/perspectiva-de-genero-en-la-ciencia-una-forma-de-erradicar-las-violencias>

Tapia Navarro, C. (2022, octubre 06). *Mujeres que merecieron el premio Nobel y no lo recibieron: Rosalind Franklin y el ADN*. Mujeres en la Ciencia. <https://quo.eldiario.es/ciencia/q2210395956/mujeres-que-merecieron-el-premio-nobel-y-no-lo-recibieron-rosalind-franklin-y-el-adn>

UNESCO. (2021, Junio 7). *Porcentaje de mujeres en el número total de investigadores de los países del G20 en el periodo 1996-2018*. UNESCO. <https://www.unesco.org/reports/science/2021/es/dataviz/women-share>

Vicente, M. (2008, agosto 11). *Jaque a la dama: Rosalind Franklin en King's College*. https://xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/archivos_10/jaque_a_la_dama.pdf

SOBRE O ORGANIZADOR

Manuel Simões é licenciado em Engenharia Biológica e doutorado em Engenharia Química e Biológica. Atualmente é Professor Associado com Agregação e Pró-Diretor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), e investigador sénior do Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE) do Departamento de Engenharia Química da FEUP. Nos últimos anos esteve envolvido em 10 projetos nacionais (5 como investigador principal) e 6 projetos europeus. Foi membro do comité de gestão da ação COST BACFOODNET (Rede Europeia para Mitigação da Colonização e Persistência Bacteriana em Alimentos e Ambientes de Processamento de Alimentos) e esteve envolvido em outras 2 ações: iPROMEDAI e MUTALIG. Manuel Simões tem mais de 190 artigos publicados em revistas indexadas no Journal of Citation Reports, 4 livros (1 como autor e 3 como editor) e mais de 40 capítulos em livros. Ele é Editor Associado para o jornal Biofouling - The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research (o periódico mais antigo sobre pesquisa em biofilme), Editor Associado para o jornal Frontiers in Microbiology e Section Editor-in-Chief para o jornal Antibiotics. Seus principais interesses de pesquisa estão focados nos mecanismos de formação de biofilme e seu controlo com agentes antimicrobianos, particularmente usando novas moléculas antimicrobianas, e no uso de microalgas para tratamento de efluentes. É um dos investigadores mais citados do mundo (top 1%), tendo sido distinguido nos últimos dois anos no índice Essential Science Indicators, um dos mais prestigiados indicadores da qualidade de investigação.

Identificação SCOPUS: 55608338000; No orcid: 0000-0002-3355-4398

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aguas contaminadas 47, 48, 49, 53

Aguas residuales 37, 44, 52, 53

Aplicación 1, 2, 4, 12, 26, 44, 48, 53, 58

B

Bicapas fosfolipídicas 1

Biomاسas naturales 44, 48, 52

Biorremediación 37, 42, 44, 52, 53

Buenas prácticas clínicas (BPC) 54

C

Cacahuete 47, 48, 49, 50, 52

Caña de azúcar 36, 37, 38, 39, 46

Coordinador de investigación clínica (CRC) 54

Cristalografía de rayos X 77, 80

Cromo (VI) 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Cuidar 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76

Culture 30

E

Ecophysiology 29, 30

Encapsulación de ingredientes activos 1, 2

Enfermagem 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 76

Ensayos clínicos 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61

Estabilidad y biodisponibilidad 1

Estructura del ADN 77, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88, 89, 90

Ética 54, 56, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 75

Etnofarmacología 16, 17

G

Gestión de estudios clínicos 54

I

Inflamación 17, 21

M

Management 29, 30, 34, 55

Medicina Tradicional 16, 17, 26

Melitina tetramérica 1, 4, 8, 9, 11

Mujeres en áreas STEM 77, 87

N

Nanopartículas de PLGA 1, 4, 8, 9, 10, 11, 13

O

Optimization 30

P

Plantas medicinales 16, 17, 18, 26, 28

P. reticulata 29, 30, 32, 33, 34

Principialismo 65, 71

Profesionalización en la investigación 54

R

Remoción 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Rosalind Franklin 77, 78, 79, 80, 85, 86, 87, 89, 90, 91

S

Salvia purpurea 16, 17, 21, 22, 27, 28

