

Atena  
Editora

Ano 2021

# GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

Renan Monteiro do Nascimento  
(Organizador)

Atena  
Editora  
Ano 2021

# GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

Renan Monteiro do Nascimento  
(Organizador)

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora.



Todo 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).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaió – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Genética: molecular, humana e médica

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Renan Monteiro do Nascimento

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G328 Genética: molecular, humana e médica / Organizador Renan Monteiro do Nascimento. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-262-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.620210207>

1. Genética. I. Nascimento, Renan Monteiro do (Organizador). II. Título.

CDD 576

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A Genética é o ramo da Biologia responsável por estudar os genes, os cromossomos, a hereditariedade e a variação dos organismos, além de estudar a forma como estes transmitem as características biológicas de geração para geração. Essa ciência possui áreas específicas, dentre elas, a Genética Molecular, a Genética Humana e Genética Médica/Clínica.

A Genética Molecular estuda a estrutura e a função dos genes e sua interação com outras moléculas no meio intracelular utilizando ferramentas da Biologia Molecular.

A Genética Humana descreve o estudo da transmissão das características biológicas em seres humanos, englobando uma variedade de áreas como a Genética Clássica, a Citogenética, a Genética Molecular, a Genética Bioquímica, a Genética de Populações, a Genética do Desenvolvimento, a Genética Clínica e o Aconselhamento Genético.

A Genética Médica ou Genética Clínica é uma área responsável por realizar avaliação clínica, diagnóstico, tratamento e aconselhamento genético de indivíduos e famílias com diversos tipos de doenças.

Nessa perspectiva, apresento o e-book “Genética: Molecular, Humana e Médica”, uma obra que apresenta 10 capítulos distribuídos no formato de artigos que trazem de forma categorizada e interdisciplinar estudos das Ciências biológicas e suas aplicações na Saúde Humana.

Essa coletânea apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados teóricos e práticos obtidos por vários pesquisadores, professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus estudos que aqui estão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora, que é capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável, permitindo que esses pesquisadores exponham e divulguem seus trabalhos científicos.

Desejo a todos uma excelente leitura.

Renan Monteiro do Nascimento

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ATUALIZAÇÕES DA NANOMEDICINA NO TRATAMENTO E DIAGNÓSTICO DE PACIENTES COM CANCER**

Lucas Dalvi Armond Rezende  
Aurélio Alberto Guizolpho  
Luana da Silva Ferreira  
Maíra Dorighetto Ardisson  
Anna Carolina Dockhorn de Menezes Carvalho Costa  
Daniel Altoé Sossai  
Maria Eduarda Morais Hibner Amaral  
Pietra Zava Lorencini  
Nathalia Oliveira Brunelli  
Karolini Zuqui Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102071>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **APLICABILIDADE DA TÉCNICA DE DISSOCIAÇÃO EM ALTA RESOLUÇÃO NO DIAGNÓSTICO DAS SÍNDROMES DE PRADER-WILLI E ANGELMAN**

Igor Ribeiro Ferreira  
Leonardo Henrique Ferreira Gomes  
Letícia da Cunha Guida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102072>

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **COMO MENDEL SE INTERESSOU PELA HERANÇA DAS CARACTERÍSTICAS?**

Luiz Augusto Salles das Neves  
Raquel Stefanello  
Renata Smith Avinio  
Kelen Haygert Lencina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62021020733>

### **CAPÍTULO 4..... 35**

#### **FACILITANDO A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA: UMA PROPOSTA DE AULA PRÁTICA SOBRE A EXTRAÇÃO DE DNA DE VEGETAIS**

Tiago Maretti Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102074>

### **CAPÍTULO 5..... 47**

#### **SÍNDROME DE LI-FRAUMENI, TESTES GENÉTICOS E PERFIL GENÉTICO NO BRASIL.**

Deborah Ribeiro Nascimento  
Gabriel de Sousa Andrade  
Fernanda Meneses Monteiro  
Isabella Gonçalves Oliveira  
Ana Clara Martins Quirino  
Igor Ribeiro Nascimento

Liane de Rosso Giuliani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102075>

**CAPÍTULO 6..... 55**

**A PREDISPOSIÇÃO GENÉTICA À DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Ítalo Caio Lopes Jucá

José Hélder da Costa Vasconcelos

Lara Maria Alves de Carvalho

Maria Cecília Queiroga dos Santos

Sara da Rocha Silva

Ana Janaina Jeanine Martins de Lemos Jordão

Cristina Ruan Ferreira de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102076>

**CAPÍTULO 7..... 67**

**EDITH REBECCA SAUNDERS E A HEREDITARIEDADE NO FINAL DO SÉCULO XIX**

Luiz Augusto Salles das Neves

Raquel Stefanello

Renata Smith Avinio

Kelen Haygert Lencina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102077>

**CAPÍTULO 8..... 75**

**JOGO DE CARTAS COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM EM GENÉTICA**

Elisene Gonçalves Rocha

Diones Krinski

Clarice Spies

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102078>

**CAPÍTULO 9..... 85**

**DOENÇA DE LAFORA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Barbara Novais Prado Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102079>

**CAPÍTULO 10..... 95**

**CONVULSÕES FEBRIS: PERSPECTIVAS HISTÓRICA E FUTURA À LUZ DA GENÉTICA**

Marcos Manoel Honorato

Adriele Feitosa Ribeiro

Susan Karolayne Silva Pimentel

Sandro Murilo Moreira de Lima

Jonata Ribeiro de Sousa

Renata de Carvalho Cremaschi

Fernando Morgadinho Coelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62021020710>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>106</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>107</b>

# CAPÍTULO 7

## EDITH REBECCA SAUNDERS E A HEREDITARIEDADE NO FINAL DO SÉCULO XIX

Data de aceite: 21/06/2021

### Luiz Augusto Salles das Neves

Universidade Federal de Santa Maria -  
Departamento de Biologia

### Raquel Stefanello

Universidade Federal de Santa Maria -  
Departamento de Biologia

### Renata Smith Avinio

Universidade Federal de Santa Maria -  
Mestranda do Curso de Engenharia Florestal

### Kelen Haygert Lencina

Universidade Federal de Santa Catarina -  
Departamento de Agricultura e Diversidade de  
Florestas

**RESUMO:** O presente artigo trata das Mulheres em Ciências e se refere ao trabalho desenvolvido no século XIX, por uma pesquisadora da área da Botânica chamada Edith Rebecca Saunders, da *Newham College*, Inglaterra que foi convidada pelo Professor William Bateson, de Cambridge, para desenvolver trabalhos de hibridação em plantas, com a finalidade de estudar a descontinuidade das espécies. Edith Saunders não só desenvolveu o trabalho como se destacou dos demais membros do grupo pela sua capacidade de condução de experimentos controlados. Mesmo que o trabalho de Mendel não fosse ainda conhecido pelo grupo e por Edith Saunders, essa pesquisadora conduziu seus cruzamentos que levaram a conclusões semelhantes as

de Mendel. Quando seu grupo, dirigido por William Bateson, tomou ciência dos resultados mendelianos, os trabalhos desenvolvidos por Edith Saunders agregaram respostas mais precisas na pesquisa da hereditariedade. Além disso, descobriu, juntamente com Punnet, outra interação genética que até então não havia sido relatada. Seu reconhecimento como pesquisadora abriu espaço para que outras mulheres, posteriormente, pudessem constituir grupos de pesquisa e trabalhar em ciência.

**PALAVRAS - CHAVE:** Becky Saunders; Bateson; Genética

### EDITH REBECCA SAUNDERS AND THE HEREDITARY AT THE END OF THE 19TH CENTURY

**ABSTRACT:** This article deals with Women in Sciences and refers to the work developed in the 19th century by a botanist researcher named Edith Rebecca Saunders, of *Newham College*, England, who was invited by Professor William Bateson of Cambridge to develop hybridization works in plants to study the species discontinuity. Edith Saunders not only developed the work but also emphasized the other members of the group by their ability to conduct controlled experiments. Even though Mendel's work was not yet known by the group and by Edith Saunders, this researcher conducted her crosses which led to conclusions similar to Mendel's. When his group, led by William Bateson, becomes aware of Mendelian results, the works developed by Edith Saunders add more precise answers in the research of heredity. In addition, he discovers, along with Punnet, another genetic interaction that hitherto

had not been reported. Her recognition as a researcher made room for other women to be able to form research groups and work on science.

**KEYWORDS:** Becky Saunders; Bateson; Genetics

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos estudos referentes a hereditariedade no final do século XIX, após o trabalho de Johann Gregor Mendel (1822 – 1884), tiveram a contribuição não só de pesquisadores como Hugo Marie De Vries (1848 – 1935), Carl Correns (1864 – 1933) e Holmut Erich Von Tschermak-Seysenegg (1871 – 1962) como também de grupos de pesquisa formados pelo Professor Willian Bateson (1861 – 1926). Esses grupos foram constituídos por mulheres, na sua maioria, que estudavam no *Newham College*, na Inglaterra. Era a oportunidade que muitas mulheres graduadas, e agora em cursos de pós-graduação, esperavam que ocorresse.

A situação das mulheres na ciência, na Grã-Bretanha era semelhante a de outros países na mesma época. As mulheres da classe média na Inglaterra frequentavam as universidades a fim de que, quando formadas, pudessem trabalhar em ciências, no entanto as oportunidades eram limitadíssimas.<sup>1</sup>

O Professor Bateson quando se interessou pela área da herança das características percebeu que o trabalho seria grande demais para uma só pessoa desenvolver. Por isso, procurou a referida escola e convidou as estudantes dos cursos de pós-graduação para formarem grupos de pesquisa em torno do tema da hereditariedade. E no final da década de 1880, o Professor Bateson aproveitou a disponibilidade dessas estudantes e as contratou para formarem os grupos de pesquisa, com a finalidade de estudarem a descontinuidade das espécies e a herança das características.

Edith Saunders, uma das convidadas, já era graduada em Ciências Naturais e obtivera honrarias pela sua dedicação à Ciência. Professora do *Newham College* aceita o convite do Professor Bateson e inicia o trabalho com plantas, pois havia se destacado na área da Botânica.

Mesmo desconhecendo o trabalho *Experiments of plant hybridization*<sup>2</sup> publicado em 1865 por Mendel, deu início ao programa de cruzamentos entre plantas para estudar o que o Professor Bateson houvera verificado anteriormente que foi a descontinuidade das espécies como fator evolutivo.

O trabalho de Edith Saunders comprovou não só a descontinuidade das espécies como também a herança das características quando tomou conhecimento da publicação de Mendel. A partir dessa época os resultados das pesquisas de Edith Saunders somam-se aos resultados de Mendel e de outros investigadores, nascendo com isso a Genética clássica.

1 Richmond, Marsha, "Women as mendelians and geneticists. *Science & Education* 24, nº1-2 (2015):125-150.

2 Mendel, Gregor, *Experiments in plant hybridization*. Translated from German by Willian Bateson (1865). <http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/gm-65.pdf>. (acessado em 02 de março de 2018).

Além disso, conjuntamente com Reginald Crundell Punnett (1875 – 1967) descobre outra interação genética que era desconhecida naquela época, a ligação gênica.

O presente trabalho tem como objetivo relatar a contribuição de Edith Saunders para a pesquisa da herança das características e o trabalho da mulher voltado para a Ciência.

## EDITH SAUNDERS COMO INVESTIGADORA

Edith Rebecca Saunders (1865 – 1945) foi uma das grandes investigadoras na área da Botânica no final do século XIX e início do século XX.

Edith Saunders nasceu em Brighthon, na Inglaterra, no dia 14 de outubro de 1865 e recebeu suas primeiras aulas no *Hands Worth Ladie's College*, próximo a cidade de Birmingham. Sua atenção às disciplinas e notas obtidas fizeram com que se tornasse merecedora de uma bolsa de estudos, além do que sua aplicação aos estudos lhe rendeu vários prêmios<sup>3</sup>.

Nos anos de 1884 a 1888 graduou-se em Ciências Naturais pelo *Newham College*, uma escola só para mulheres na cidade de Cambridge. Após concluir seus estudos de graduação ingressou no pós-graduação e, por fim, obteve o grau de Professora de Botânica, vindo a dar aulas nessa mesma escola. Em 1890, assumiu como vice-Diretora do *Balfour Biological Laboratory for Women*, tornando-se Diretora a partir de 1899 até 1914 quando houve o encerramento de suas atividades. Esse laboratório se tornou um local onde as mulheres podiam estudar e desenvolver suas atividades de pesquisa<sup>4 5</sup>. Edith Saunders também foi Diretora da Seção de Estudos de Ciências Naturais do *Newham College*, até 1925.

Como professora e pesquisadora desenvolveu trabalhos de anatomia e morfologia vegetal, obtendo bons resultados em plantas da espécie *Kniphofia*<sup>6</sup>. Foi durante esse período que o Professor Willian Bateson lhe convidou para ingressar no grupo de pesquisas genéticas que estava se formando<sup>7</sup>. O Professor Bateson também convidou várias outras estudantes para participarem dessas pesquisas, entretanto foi com Edith Saunders que obteve os melhores resultados. Nessa época Edith Saunders já obtivera as honras da segunda classe no Natural Sciences Tripos - NST (exames de honra da Universidade de Cambridge) e ganhou distinção na parte dois do NST, que se referia aos exames para o pós-graduação em Botânica, no ano de 1888<sup>8</sup>. Edith Saunders sempre despontou no campo das Ciências aplicadas e com toda essa titulação, além de uma sólida carreira de pesquisa, seria uma excelente colega de Willian Bateson para desenvolver a proposta da

3 Carolina M. Pulido, "Edith Rebecca Saunders: geneticista precursora. <https://mujeresconciencia.com> . (acessado em janeiro 2018).

4 Ibid.; e Richmond, "Women in the early History of Genetics Willian Bateson and the Newham College Mendelians, 1900 - 1910", *Isis* 92, nº1 (2001): 55-90

5 Richmond, "Women in the Early History of Genetic", 62.

6 Luiz A. S. Neves, *Da antiguidade à redescoberta das leis de Mendel*, (Santa Maria: Ed. da UFSM, 2016): 173

7 Richmond, "Women in the Early History of Genetic", 59.

8 Neves, 172.

herança das características.

O Professor Bateson já havia estudado várias espécies de plantas, insetos, animais sob o ponto de vista evolutivo, baseado na obra *Origin of species* de Charles Darwin. Esses estudos, que eram descrições dos organismos, lhe rendeu algumas publicações, entre elas o livro intitulado *Materials for the study of variation treated with special regard to discontinuity in the origin of species*<sup>9</sup>.

Após a publicação desse livro o Professor Bateson percebeu que as espécies apresentavam características descontínuas, além de algumas variações repentinas, como no caso dos pessegueiros, que não podiam ser explicadas somente pelas descrições. Algo mais havia. Devido a isso Bateson entra em contato com Francis Galton (1822 – 1911) da *Royal Society of London* que, depois de longa conversa, é convencido a criar uma comissão de pesquisa com a finalidade de investigar as diferentes características já observadas pelo Professor Bateson. A comissão foi praticamente formada e o seu diretor era o próprio Professor Bateson, a convite de Galton<sup>10</sup>.

Após a formação oficial da comissão que o Professor Bateson forma seus grupos de pesquisa. Esses grupos contavam com sete mulheres, todas do *Newham College* e isso causou grande impacto, pois até então não se tinha a participação de mulheres na pesquisa científica em Cambridge. A decisão de Bateson em aceitar as estudantes mulheres dos cursos avançados proporcionou uma oportunidade ímpar para os próprios cursos da área da Biologia.<sup>11</sup> E é com a Professora Edith Saunders que consegue dar início ao planejamento e a execução dos cruzamentos entre plantas com o objetivo de entender como as características dos pais persistiam na descendência ou se “misturavam”, de acordo com o conceito da época.

A espécie que deu início ao trabalho de Edith Saunders foi a *Biscutella laevigata*, uma planta que apresentava características contrastantes. Uma das variedades possuía folhas peludas, que dão aparência de prateada e a outra variedade tinha folhas glabras. Essas duas variedades vegetavam lado a lado nos Alpes e como eram contrastantes o resultado do cruzamento poderia levar a alguma conclusão sobre a transmissão das características entre as gerações paternas e filiais, o que se concretizou. Edith Saunders teve a perspicácia de fazer algo que somente havia sido feito por Kölreuter (1733 – 1806), os cruzamentos recíprocos. Edith Saunders cruzou plantas com folhas glabras (usada como macho – doadora de pólen) com plantas com folhas peludas (usada como fêmea – receptora do pólen) e obteve plantas todas peludas. Após realizou outro cruzamento, agora cruzou plantas com folhas glabras (como fêmea) com plantas com folhas peludas (como macho) e obteve plantas com folhas peludas. Por fim, cruzou as plantas descendentes do

---

9 Ibid.; 173

10 Richmond, “Women in the Early History of Genetic”, 56.

11 Willian Bateson, “*Mendel's principles of heredity. A defence*”. (Cambridge: Cambridge University Press, 1902): 170., e Marsha Richmond, “Women in the early History of Genetics Willian Bateson and the Newham College Mendelians, 1900 - 1910”, *Isis* 92, nº1 (2001): 56.

primeiro cruzamento com as do segundo cruzamento, portanto, ambas com folhas peludas e encontrou uma segregação entre peludas e glabras<sup>12 13</sup>.

Incentivada pelos resultados Edith Saunders expandiu seu trabalho para outras espécies, mantendo sempre o mesmo programa de cruzamentos. Esse novo projeto incluía as espécies *Matthiola incana* e *Lychnis* que possuíam também folhas glabras e peludas. Trabalhou também com espécies do gênero *Atropa*, pois, essas plantas apresentavam cores contrastantes de flores e frutos e trabalhou também com espécies do gênero *Datura* cujos frutos eram lisos ou espinhosos<sup>14 15</sup>.

Com todas essas espécies trabalhadas, Edith Saunders obteve uma grande quantidade de dados que indicavam a proposta inicial do projeto que era provar a herança descontínua. Com os resultados dos cruzamentos em mãos Edith Saunders, juntamente com Willian Bateson, enviou os resultados para serem publicados pela *Royal Society of London* em julho de 1889 e maio de 1900.

Ao mesmo tempo em que Edith Saunders realizava cruzamentos entre plantas, Willian Bateson cruzava borboletas, aves, obtendo resultados não conclusivos. O trabalho de ambos os pesquisadores levou cinco anos e com todos os resultados obtidos não estabeleceram um padrão geral para todos os cruzamentos. Isso se prolongou até 1900 quando Willian Bateson toma conhecimento do trabalho de Mendel<sup>16 17</sup>.

Percebe-se que o projeto de Bateson e de Saunders tinha como princípio cruzar duas formas diferentes da mesma variedade de plantas ou animais para estudar o fenômeno da herança. Esperavam obter uma luz importante sobre a origem distinta das variedades usadas como genitores no cruzamento e as causas que provocavam a distinção de cada um deles (genitores). Esse projeto prenunciava uma revolução na História Natural, não só na Inglaterra, mas em todo o mundo. Além disso, o projeto previa a utilização de cálculos estatísticos para embasar os princípios hereditários dos organismos que eram objetos de estudo. Esses cálculos só foram usados após Bateson e Saunders tomarem conhecimento do trabalho de Mendel.

Suas ideias eram brilhantes no sentido de entender a herança. Nessa época, no ano de 1900, quando já estavam com o projeto e andamento, o Professor Willian Bateson recebeu de Hugo De Vries (1848 – 1935) o artigo publicado no *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, em cujas referências não estava o artigo de Mendel (1822 – 1884), mas que mostrava resultados importantes de cruzamentos de plantas com características contrastantes. Entretanto, quando se preparava para viajar para Londres

12 Pulido, "Edith Rebecca Saunders; e Richmond, "Women in the early History of Genetics", 62.

13 Neves, 63, e Robert Olby, "William Bateson's Introduction of Mendelism to England: A Reassessment" Brit. J. Hist. Science 20 (1987):399-420.

14 Neves, 175.

15 Richmond, "The Domestication of Heredity: the Familial Organization of Geneticists at Cambridge University, 1895 – 1910", *Journal of History of Biology*, 39 (2006): 565-605.

16 Richmond, "Women in the Early", 63.

17 Ibid., 66; e Edith R. Saunders, "Experiments with Plants - Part I," Reports to the Evolution Committee of the Royal Society 1, n° 15 (1902): 13-87.

a fim de apresentar resultados de sua pesquisa na *Horticultural Society*, sua esposa lhe entregou uma correspondência cujo conteúdo era o artigo que Mendel havia publicado. Durante a viagem, Bateson leu esse artigo e o incluiu em sua exposição. Na sua volta para Cambridge, após palestra de Londres, Bateson descobriu outro artigo de Hugo De Vries, publicado na revista alemã no ano de 1865. Nesse artigo, De Vries faz referência às Leis de Mendel<sup>18</sup>. O conhecimento dos dados de Mendel e a confrontação com os de seus grupos de pesquisa levou-o, e a Edith Saunders, tornarem-se defensores das leis mendelianas e terem seus resultados mais referenciados. Agora o projeto inicial de Saunders precisava de uma revisão<sup>19</sup> com a finalidade de expansão dos cruzamentos para acompanhar o trabalho de Mendel. Willian Bateson relata que: “se a lei do desenvolvimento foi descoberta em *Pisum*, aplica-se também aos híbridos de outras espécies”<sup>20</sup>.

A revisão basicamente não foi nos projetos em andamento, mas sim nos relatórios que seriam enviados ao Comitê de Evolução da *Royal Society*. Esses relatórios, em número de cinco, foram publicados por essa Sociedade desde 1902 até 1909. Em seu relatório escreveu que os resultados obtidos em *Lychnis*, *Atropa* e *Datura* seguiam fielmente os resultados obtidos por Mendel, embora as espécies de *Matthiola* tenham desviado no contexto geral, pois algumas características seguiam as leis de Mendel e outras não<sup>21 22</sup>.

Os resultados dos experimentos com plantas da Edith Saunders foram relevantes, pois contribuíram para os estudos da hereditariedade. Além disso, das quatro espécies trabalhadas por Edith Saunders, três foram também estudadas pelos chamados “redescobridores” das leis de Mendel. *Lychnis* e *Datura* por Hugo Marie De Vries e *Matthiola* por Carl Correns<sup>23</sup>.

Esses resultados que não apresentavam o padrão mendeliano foram objetos de reestudo de Edith Saunders e seu grupo de pesquisa, para que pudessem entender o(s) fenômeno(s) que estivessem ligados a tais resultados. Nessa nova investigação ingressou no grupo o estudante do pós-graduação em Zoologia, Reginald Crundell Punnett. Punnett iniciou o trabalho com aves, seguindo o de Willian Bateson, mas concomitantemente trabalhou com Edith Saunders. Em 1905 examinavam a cor das flores e a forma dos grãos de pólen em plantas de ervilha doce<sup>24</sup>, realizando cruzamentos de acordo com a proposta inicial do projeto de Edith Saunders.

Inicialmente cruzaram plantas homocigotas que tinham flores roxas e grãos de pólen compridos com outras plantas, também homocigotas, com flores vermelhas e grãos de

18 Neves, 133 e 159.

19 Willian Bateson, Edith R. Saunders, & Reginald C. Punnett, “Experimental Studies in the Physiology of Heredity,” *Reports to the Evolution Committee of the Royall Society* 2 (1905): 80-99.

20 Ingrid Lobo & K. Shaw, “Discovery and Types of Genetic Linkage,” *Nature Education* 1, nº 1 (2008): 139-145.

21 Saunders, “On Certain Features of Floral Construction and Arrangement in the Malvaceae,” *Annals of Botany* 1 (1936): 247-282.

22 Saunders, “Radial Organization and Rhythmic Development in the Flower,” *Journal of the Linnean Society* 50 (1936): 291-322.

23 R. Clapham, M. R. Gilson, & H. Godwin, “Miss E. R. Saunders,” *The New Phytologist* 45 (1946): 1.

24 Willian Bateson; Edith R. Saunders; Reginald C. Punnett, “Experimental studies in the physiology of heredity”. *Reports to the Evolution Committee of the Royall Society* 2 (1905):80-99.

pólen redondo. Modelo esse de cruzamento retirado do trabalho de Mendel. A geração filial ( $F_1$ ) era composta de plantas com flores roxas e grãos de pólen compridos, demonstrando dominância da roxa sobre a vermelha e a forma comprida sobre a forma redonda.

O cruzamento seguinte era de plantas da geração  $F_1$  entre si para constituir a  $F_2$ , proposto por Mendel. O resultado deveria ter sido um número de plantas com todas as combinações que se aproximasse da proporção 9:3:3:1. Entretanto, apareceu um número de plantas que não se coadunava com a proporção esperada. Edith Saunders e Punnett perceberam uma quantidade significativa dos tipos parentais. Com isso concluíram sobre a possibilidade de um acoplamento dos fatores cor das flores e forma dos grãos de pólen nos paternos. O grupo de pesquisa chefiado por Edith Saunders, nesse momento, não pode avançar mais e concluir acertadamente sobre esses resultados, até que Thomas Hunt Morgan (1866 – 1945), professor da Universidade de Colúmbia, nos Estados Unidos, trabalhando com moscas das frutas em 1910, chegou a resultados semelhantes aos de Edith Saunders, Punnett e Bateson. Morgan evidencia a ligação entre genes. Os genes trabalhados pelo grupo de investigação de Edith Saunders eram ligados e estavam no mesmo cromossomo, diferente dos genes estudados por Mendel que estavam em cromossomos independentes<sup>25</sup>.

Após concluir sobre a descontinuidade das espécies, sobre a herança das características e sobre a nova interação descoberta junto com Punnett, Edith Saunders reinicia os estudos de Botânica, para os quais havia se formado. Pelas décadas seguintes se dedica ao estudo da morfologia e anatomia vegetais onde detectou anormalidades florais que não podia explicar no momento. Seus trabalhos foram publicados nas revistas *Annals of Botany*<sup>26</sup>, *The Linnean Society*.<sup>27</sup>

Os trabalhos de Edith Saunders em ambas as áreas de pesquisa, Genética e Botânica, alcançaram grande respeito aos colegas contemporâneos, de forma que, em 1905, tornou-se a primeira mulher eleita como membro da *Linnean Society of London*. Entre 1912 e 1913 tornou-se Vice-presidente dessa sociedade. Em 1920 foi nomeada Presidente da Seção Botânica da *The British Science Association* e, por fim, em 1936 foi Presidente da *The Genetics Society* até 1938. Suas pesquisas foram interrompidas no período da IIª Guerra Mundial, mas assim que o conflito se encerrou, retornou ao trabalho científico, porém em junho de 1945 veio a falecer num acidente de bicicleta.

## A MORTE DE EDITH REBECCA SAUNDERS

A voz dos ex-alunos da Universidade de Cambridge, na Inglaterra dá uma ideia do desempenho de Edith Rebecca Saunders e sua contribuição para o desenvolvimento e

25 Ingrid Lobo & K. Shaw, "Discovery and types of genetic linkage". *Nature Education* 1, nº1 (2008):139-145.

26 Saunders, Edith R. "On certain features of floral construction and arrangement in the *Malvaceae*". *Annals of Botany* 1 (1936):247-282.

27 Saunders, Edith R. "Radial organization and rhythmic development in the flower". *Journal of the Linnean Society* 50 (1936):291-322.

entendimento da Genética nascente.

Embora seu aspecto sisudo, vestindo um terno feito sob medida, com uma camisa branca e gravata sob uma saia longa, com os cabelos presos na forma de um “coque”, a sua habilidade em trabalhar no campo da hereditariedade deixou grande legado para os investigadores contemporâneos e posteriores.

Em seu obituário Clapham e colaboradores, em 1946, após a morte de Edith Saunders assim se expressaram:

“O seu retorno ao trabalho científico ativo, no pós guerra, com quase 80 anos indica muito claramente a resiliência da Srta. Saunders: sua devoção à Ciência, seu vigor, sua meticulosidade e capacidade intelectual levava a pensar que era intolerável, para ela, sentir que não tinha completado seus objetivos até o último detalhe. Aqueles que a conheceram se lembrarão de sua bondade, tranquilidade e seu humor e sentirão que, com sua morte, o mundo da Botânica perdeu uma figura notável que foi considerada com grande respeito e afeição.”<sup>28</sup>

O presente artigo procurou desenvolver, de forma sucinta, o início das atividades femininas no campo dos cruzamentos em plantas e animais com vistas a hereditariedade, mesmo sem conhecimento do trabalho que Mendel havia publicado. No grupo que o Professor Willian Bateson a Professora de Botânica Edith Rebecca Saunders se destacou dos demais pela sua criatividade e persistência na realização dos cruzamentos, deixando grande legado para a Ciência e mostrando que as mulheres também possuíam lugar no campo da pesquisa no qual os homens investigadores dominavam.

---

28 Clapham, R.; M. R. Gilson & H. Godwin, “Miss E. R. Saunders”. *The New Phytologist* 45 (1946):1

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aprendizagem 6, 7, 16, 35, 36, 37, 43, 45, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 101

Atividade lúdica 75

### B

Bateson 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74

Becky Saunders 67

Biologia 5, 35, 36, 45, 46, 70, 75, 76, 81, 83, 106

Biológicas 5, 23, 55, 106

### C

Cancer 6, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 48, 50, 53, 54

Conceitos básicos 75, 76, 77, 78, 79, 80

### D

Diabetes Mellitus Tipo 2 7, 55, 56, 57, 63

Diagnóstico 5, 6, 1, 3, 8, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 51, 60, 65, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 96, 99, 103, 105

DNA 6, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 54, 66, 88, 90, 92

### E

Ensino 35, 36, 37, 43, 45, 46, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 106

Epilepsia 16, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 102, 103

Epilepsia Mioclonica Progressiva 85, 86

Experimentação 35, 36

### G

Gene 2, 5, 6, 7, 6, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 26, 27, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 102, 103, 106

Genética Humana 5, 84

Genética Médica 5

Genética Molecular 5, 83, 86, 88, 106

## H

Herança 6, 27, 28, 29, 32, 33, 35, 51, 68, 69, 71, 73, 89, 90, 91, 96, 97, 102, 104

Hereditariedade 5, 7, 28, 29, 34, 67, 68, 72, 73, 74, 84

Horticultura 27, 32, 33

## J

Jogos didático 75

## L

Lafora 7, 85, 86, 88, 89, 90, 92, 93

## M

Mendel 6, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 45, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 78

MS-HRM 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23

## N

Nanomedicina 6, 1, 2, 3, 4, 5, 12

Nanopartículas 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Napp 27, 29

Neoplasias 2, 9, 48

## O

Oncologia 1, 2, 3, 4, 12

## P

Pacientes 6, 1, 2, 3, 5, 10, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 48, 49, 50, 51, 61, 62, 86, 89, 90, 91, 93, 95, 102, 103, 104

Perfil genético 6, 47, 48, 49

Polimorfismos de Nucleotídeo Único 14, 55, 56, 60, 63

Predisposição genética 7, 55, 56, 57, 60, 63, 96

## S

Saúde 5, 1, 2, 3, 9, 12, 14, 17, 22, 55, 56, 57, 80, 84, 94, 97, 105, 106

Síndrome de Angelman 14

Síndrome de Prader-Willi 14

Síndromes 6, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 89, 90, 94, 104

## T

Testes Genéticos 6, 47, 49, 52, 104

*TP53* p.377H 48

Tratamento 5, 6, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 22, 23, 48, 53, 63, 85, 89, 91, 92, 93, 100, 101, 104, 105

## **U**

Ünger 27, 29

# GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

