

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 Cremonesi

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 4

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

Data de aceite: 21/06/2021

Data de submissão: 09/06/2021

### Tiago Maretti Gonçalves

Doutor em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Genética Evolutiva e Biologia Molecular da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar - SP  
Poços de Caldas - MG  
<http://lattes.cnpq.br/7622375381774518>

**RESUMO:** A Genética é uma área fascinante, no entanto é dotada de termos e processos muito das vezes abstratos o que podem desmotivar a aprendizagem dos alunos. Dessa maneira para superarmos tais obstáculos, propomos a abordagem de uma aula prática aos alunos do ensino médio utilizando materiais simples e de baixo custo sobre a extração de DNA de frutas do cotidiano como: a banana, mamão, uva, o tomate além de outros alimentos como a cebola e o alho. Nesta aula, os alunos são convidados a vivenciar e problematizar com o professor várias questões inerentes ao DNA, facilitando o processo norteador do ensino e da aprendizagem, além de permitir o desenvolvimento da ótica de experimentação em ciências e a formulação de hipóteses.

**PALAVRAS - CHAVE:** Experimentação, Ensino, Biologia, Genética, DNA.

### FACILITATING THE LEARNING OF GENETICS: A PRACTICAL LESSON PROPOSAL ON THE EXTRACTION OF DNA FROM VEGETABLES

**ABSTRACT:** Genetics is a fascinating area, however it is endowed with terms and processes that are often abstract, which can discourage students from learning. In order to overcome these obstacles, we propose the approach of a practical class for high school students using simple and low-cost materials on DNA extraction from everyday fruits such as: bananas, papaya, grapes, tomatoes and other foods like onion and garlic. In this class, students are invited to experience and discuss with the teacher several issues inherent to DNA, facilitating the guiding process of teaching and learning, in addition to allowing the development of the perspective of experimentation in science and the formulation of hypotheses.

**KEYWORDS:** Experimentation, Teaching, Biology, Genetics, DNA.

### 1 | INTRODUÇÃO

Segundo Reece et al. (2015), a Genética é a área da Biologia que estuda a herança e a variação hereditária nos organismos. Essa área fascinante, também é uma ciência que possui grande impacto sobre todos nós, pois por meio da agricultura e na medicina ajuda a sociedade a se alimentar e a nos mantermos saudáveis, possibilitando discernir o que nos faz humanos e o que distingue cada ser vivo como indivíduos

(SNUSTAD e SIMMONS, 2013).

No ensino médio, a Genética se insere dentro da Biologia como uma área muito extensa, uma vez que é dotada de muitos termos e processos que devem ser muito bem assimilados e compreendidos pelos alunos. Desta forma, ela é encarada como sendo uma área complexa, podendo desmotivar o processo de aprendizagem dos alunos. Além disso, de acordo com Borges, Silva e Reis (2017), as dificuldades de compreensão dos conteúdos de genética podem ser relacionadas a existência de um vocabulário muito específico, abundância de termos técnicos, além da presença de cálculos matemáticos exigidos. A busca de metodologias alternativas de ensino, aliadas as aulas teóricas pode ser de grande impacto com o intuito de facilitar o processo norteador de ensino e da aprendizagem (Gonçalves, 2021a) e uma delas é o uso de aulas práticas (experimentação).

Segundo (Gonçalves, 2021b) a utilização de aulas práticas experimentais na disciplina de Biologia no ensino médio pode ser de grande importância pois facilita o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, transpondo na prática o que foi aprendido na aula teórica em sala de aula. Além de despertar a face criativa e científica do aluno, potencializando a ótica de experimentação em ciências. Segundo Iteraminense (2019), as aulas práticas no ensino de biologia, são metodologias de grande importância de pesquisa, uma vez que promove ao discente experimentar situações problematizadas e vivenciar a teoria explicitada em sala de aula.

No entanto, mesmo sabendo dos impactos positivos da experimentação científica no processo de aprendizagem dos alunos, ela ainda é pouco praticada dentro de sala de aula pelos professores. Sobre isso, Marandino, Selles e Ferreira (2009), relatam que os docentes encontram uma certa dificuldade em aplicar aulas práticas no seu cotidiano em detrimento a cultura tradicional do ensino expositivo e, em segundo lugar, a vinculação ao ensino médio de exames nos quais inexistem a possibilidade de avaliação de caráter prático, uma vez que essas atividades não são testadas em exames de vestibulares. Somado a esses entraves, existe a escassez de recursos financeiros para a construção de laboratórios físicos ou a incapacidade de manutenção, por estes possuírem materiais de alto custo, inviabilizando assim sua prática (Gonçalves, 2021b). Por outro lado, as aulas práticas em Biologia podem ser realizadas sem a necessidade de laboratórios e de equipamentos de alto custo, assim como ressaltam Chaves e Hunshe (2014). Os autores defendem a idéia da realização de experimentações sem a necessidade de espaços escolares específicos, como os laboratórios, pois existem atividades experimentais que podem ser feitas em qualquer sala de aula com materiais simples e inclusive de baixo custo. Assim, a realização dessas aulas promove o despertar da discussão, reflexão e motivação nos discentes.

Desta maneira, o objetivo principal deste trabalho é a proposta de uma aula prática para facilitar a aprendizagem de tópicos de Genética, aplicados na disciplina de Biologia no ensino médio. Nessa aula, com um tempo médio de no máximo 60 minutos, os alunos irão utilizar materiais simples e de baixo custo para procederem a extração de DNA das células

de frutas do cotidiano como o mamão, banana, tomate e a uva, além de outros alimentos como a extração de DNA de cebola e do alho. Vale a pena ressaltarmos que fim, devido à atual situação em que vivemos da COVID-19 esta prática pode ser feita em casa pelos próprios alunos, que, ao final desta irão responder um questionário sendo posteriormente enviado ao professor para correções e discussões futuras. No Quadro 1, estão dispostos de maneira sucinta o objetivo, o conteúdo e as habilidades que o professor pode abordar aos alunos com a realização da presente atividade prática.

<b>Competências</b>	<b>Descrição</b>
Objetivo da atividade prática	Facilitar a compreensão de conceitos relacionados a molécula de DNA.
Conteúdo abordado	Genética (estrutura e função dos ácidos nucleicos).
Habilidades	Desenvolver no aluno a prática de atividades experimentais científicas, além de formular hipóteses e explicar os resultados obtidos.

Quadro 1. Objetivo, conteúdo e habilidades trabalhados na atividade proposta.

Fonte: Autor (2021).

## 2 | METODOLOGIA

O presente trabalho, foi publicado inicialmente em formato de artigo científico pelo autor Gonçalves (2021c) na Revista Educação Pública do Rio de Janeiro (CECIERJ) intitulado: “Extraindo o DNA de vegetais: uma proposta de aula prática para facilitar a aprendizagem de Genética no ensino médio”.

### 2.1 Materiais Utilizados na Atividade Prática

- 4 pedaços de mamão sem casca;
- ½ banana;
- 1 tomate;
- 1 cacho pequeno de uvas;
- ½ cebola;
- 2 dentes de alho;
- 4 Saquinhos tipo Zip Lock;
- 1 faca sem ponta;
- 12 copos americanos transparentes de vidro de 200 ml cada um;
- Detergente líquido de lavar louças transparente;
- Sal de Cozinha;
- Cronômetro;

- Copo graduado;
- 1 colher de sopa e outra de chá;
- 1 coador pequeno;
- 1 caneta marcadora de retroprojctor;
- Álcool 70% (gelado).

## 2.2 Procedimentos

### 2.2.1 Preparo das Frutas e Alimentos:

Nessa parte, o professor deve ressaltar aos alunos para tomarem cuidado ao manusear a faca optando por utilizar facas sem ponta evitando-se assim, acidentes. Inicialmente, o mamão deverá ser cortado em 4 pequenos cubos de 4 cm cada um, retirando-se sua casca. A banana deverá ser descascada e utilizada apenas sua metade. O tomate deverá ser picado em pequenos cubos tendo sua casca preservada. As uvas devem ser destacadas dos cachinhos, sugerindo-se pegar um cacho pequeno. A cebola e o alho deverão ser descascados e cortados em pequenos pedaços, como sugestão, utilizar metade da cebola e dois dentes de alho para a realização da aula prática.

Na figura abaixo estão os alimentos e frutas cortados prontos para o processo de extração de DNA.

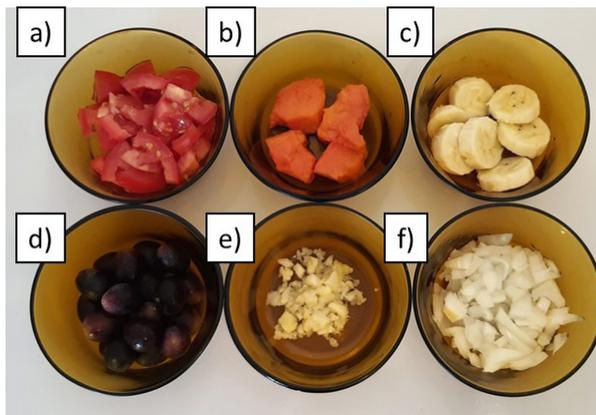


Figura 1. Frutas e alimentos cortados prontos para a extração de DNA. a) tomate picado; b) mamão cortado em cubos; c) banana descascada e cortada em rodela; d) uva destacada do cacho. e) alho picado em pedaços pequenos, e f) cebola picada.

Fonte: Autor (2021).

### 2.2.2 Enumerando Os Copos

Utilizar uma caneta de retroprojctor para enumerar os copinhos como constam no quadro abaixo:

Primeiro grupo de copos	Segundo grupo de copos	Fruta/Alimento
1a	1b	Tomate
2a	2b	Mamão
3a	3b	Banana
4a	4b	Uva
5a	5b	Cebola
6a	6b	Alho

Tabela 1. Numeração dos copos com as frutas e alimentos para extração de DNA.

Fonte: Autor (2021).

### 2.2.3 *Macerando as Frutas e os Alimentos:*

O tomate, o mamão, as uvas e a banana devem ser colocados cada um, em um saquinho do tipo zip lock e lacrados pela parte do feixo de plástico da superfície do mesmo. Nessa parte devemos macerar as frutas pressionando-as dentro do saquinho com as mãos contra a mesa até a obtenção de uma pasta homogênea. Explicar aos alunos que essa etapa é de grande importância pois permite o aumento da superfície de área de contato da fruta com os agentes que irão retirar o DNA no interior das células. Outro ponto a ser problematizado é perguntar aos alunos se seria mais interessante utilizarmos um liquidificador ou processador de alimentos para macerar as frutas. Aqui como resposta, o professor deve alertar aos alunos que o uso desses eletroportáteis podem danificar a integridade do DNA, não sendo recomendado o seu uso. A cebola e o alho não necessitam serem macerados com saquinho zip lock pois são mais duros, assim, cortando-os em partes bem pequenas com o auxílio da faca sem ponta já é suficiente para o procedimento inicial de extração de DNA.

### 2.2.4 *Extraindo O DNA das Frutas, do Alho e da Cebola*

O protocolo de extração utilizado nesta atividade foi em parte baseado no trabalho de Dessen e Oyakawa (2012). No protocolo aqui proposto foram adaptadas algumas partes afim de facilitar a condução do mesmo pelo professor aos alunos, além de incluirmos outras frutas e alimentos, pois o original foi proposto para a extração de DNA em morango.

Após maceradas as frutas dentro dos saquinhos e a cebola e o alho picados em pequenos pedaços devemos transferir seu conteúdo para dentro dos copos enumerados como constam na primeira coluna da tabela 1. Após isso, deverá ser colocado em cada um dos copos, 50 ml de água (medido com auxílio de um copo graduado). Em cada um dos copos, adicionar 1 colher de sopa de detergente e uma colher de chá de sal, mexer vagarosamente evitando que formem bolhas. Nesta etapa, é importante ressaltar aos alunos que o detergente irá atuar como agente desnaturante das membranas lipídicas da célula (membrana plasmática e membrana nuclear), rompendo o conteúdo celular,

extravasando-se assim as proteínas e o DNA. Já o sal de cozinha (NaCl) irá atuar como agente fornecedor de íons que é importante para permitir a precipitação do DNA.

Na continuidade do experimento, deixar os copos em repouso em temperatura ambiente por 30 minutos (contados por meio do cronômetro). Mexer de vez em quando vagarosamente cada um dos copinhos com o auxílio de colheres individuais (não misturar as colheres). Outro aspecto de grande interesse que pode ser abordado nessa parte da aula é revisar com os alunos a respeito da estrutura molecular química da membrana plasmática, ressaltando aos alunos sua constituição lipoproteica, bem como sua função de delimitação celular e seletividade no transporte de substâncias para dentro e para fora da célula.

Depois de passado 30 minutos, pegar os copos enumerados conforme a coluna b, e com o auxílio de um coador, filtrar as soluções por meio de um coador em cada um dos copos novos. Nessa etapa, ressaltar aos alunos que para cada uma das frutas e dos alimentos deverá ser lavado o coador, para não haver contaminação. Assim, os filtrados serão obtidos evitando-se grumos e pedaços maiores. Agora, é a etapa de precipitação do DNA, despejar delicadamente na parede do copo, sobre a solução, 50 ml de Álcool 70% gelado. Não misturar o álcool com a solução. Aguardar cerca de 3 minutos para a precipitação do DNA se iniciar. Pedir aos alunos que anotem os resultados que ocorreram em cada um dos copos.

### **3 I RESULTADOS ESPERADOS E ABORDAGENS DA AULA PRÁTICA PROPOSTA**

Após a finalização da etapa de precipitação do DNA, o professor deve explicar aos alunos que o álcool 70% permite a ocorrência da precipitação da molécula de DNA, segundo Rodrigues et al. (2008), o álcool gelado diminui a solubilidade do DNA com a ajuda do sal adicionado inicialmente. O DNA, menos solúvel em álcool, formará um aglomerado que precipitará junto com outras moléculas, assim, ao adicionarmos o álcool gelado lentamente irá auxiliar na eficiência de precipitação do DNA. Nessa parte da aula prática, além da precipitação do DNA, pode ocorrer a precipitação de outra molécula, muito semelhante ao ácido nucleico. Essa molécula é denominada de pectina, que é caracterizada como um carboidrato complexo sendo amplamente utilizada na indústria para promover a liga na estrutura de doces e compotas. Na figura 2, está disposto o resultado da extração do DNA das frutas, do alho e da cebola. Notar em alguns copos a presença exacerbada de pectina extraída conjuntamente com o DNA nas frutas. Já no alho e na cebola notar sua ausência e presença apenas de DNA.

Segundo Furlan et al. (2010), no fim do protocolo de extração de DNA é verificada uma grande dificuldade dos professores em identificar a camada formada por DNA, apontando muitas vezes a região contendo pectinas. Essa dificuldade na interpretação dos

resultados e a identificação da pectina como sendo DNA não se limita aos professores da educação básica, pois tal equívoco parece ocorrer inclusive entre pesquisadores que têm o DNA como objeto de estudo e docentes que lecionam em instituições de nível superior.

Dessa maneira, logo após colocar o álcool gelado nos copos e aguardar o tempo de 3 minutos para precipitação do DNA, o professor deverá chamar a atenção dos alunos que junto das moléculas de DNA poderá surgir a pectina, sendo muito semelhante ao ácido nucleico. Para diferenciarmos essas duas moléculas, chamar a atenção dos alunos para observarem o DNA precipitado como uma nuvem esbranquiçada muito fina no fundo da fase alcoólica sem bolhas de ar.

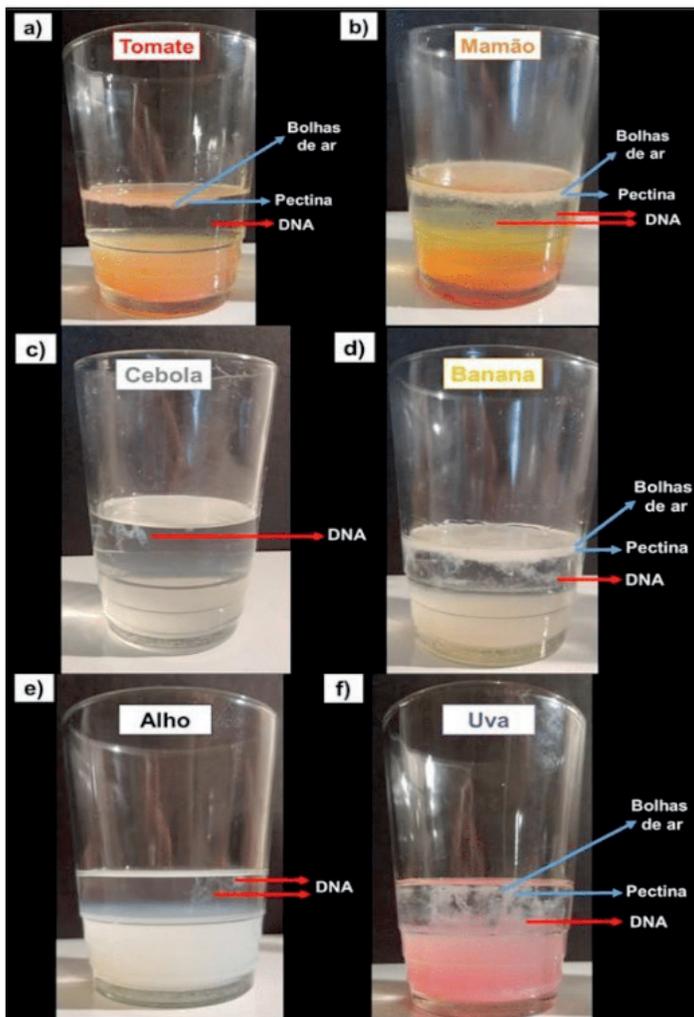


Figura 2. Resultados da extração de DNA. a) Tomate, b) Mamão, c) Cebola, d) Banana, e) Alho e f) Uva.

Fonte: Autor (2021).

Além disso, a pectina apresenta consistência de geléia quando retirada com um bastão de vidro, pipeta Pasteur ou palito de dente. (RODRIGUES et al. 2008). Para visualizar esses eventos, observar a figura 2. Na figura abaixo temos a presença da pectina de tomate e de mamão retirada do copo por meio de um lápis de madeira, apresentando um aspecto gelatinoso e com a presença de bolhas.

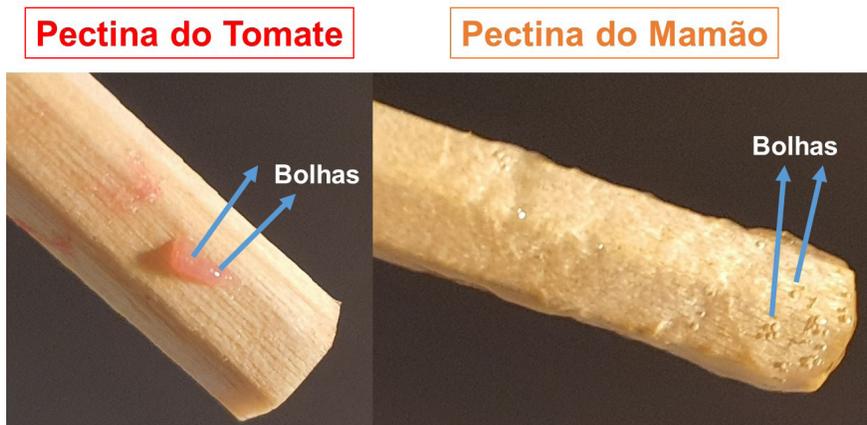


Figura 3. Aspecto da Pectina do tomate e do mamão. Observar a presença de bolhas e o aspecto gelatinoso.

Fonte: Autor (2021).

Outro ponto que pode ser destacado é que o uso da cebola ou do alho garantem resultados mais efetivos quando relacionado a extração do DNA, pois como observado na figura 2c e 2e, não apresentaram pectina, sendo fortemente recomendado o seu uso para a realização dessa aula prática. No entanto, as frutas utilizadas nessa aula prática possuem resultados satisfatórios, desde que alertado aos alunos sobre a presença da pectina e como diferenciá-la do DNA.

Ao final da aula prática, o professor pode revisar com os alunos sobre a estrutura tridimensional da molécula de DNA, ressaltando o grupo fosfato, a pentose (desoxirribose) e as bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina). Comentar também, o importante papel de fluxo de informação genética que o DNA desempenha nas células, sendo o grande responsável por armazenar a informação genética e permitir sua transmissão hereditária aos descendentes.

É interessante ressaltar aos alunos que mesmo vendo uma nuvem, não conseguimos enxergar a dupla hélice de DNA, assim, segundo Dessen e Oyakawa (2012), a molécula de DNA pode ser extremamente longa, mas seu diâmetro é de apenas 2 nanômetros, visível apenas em microscopia eletrônica. Assim sendo, o que se vê após a precipitação com adição do álcool gelado 70% é um emaranhado formado por milhares de moléculas de DNA. Além disso, enxergamos junto a este emaranhado, as proteínas denominadas

histonas, que estão ligadas no DNA, auxiliando no processo de compactação do material genético.

Para enriquecer a atividade e possibilitar a apreensão do conhecimento pelos alunos, abaixo está disposto um questionário que deverá ser respondido e entregue ao professor ao final da realização desta aula prática.

## 4 | QUESTIONÁRIO

1. O que você observa em cada um dos copos? Você é capaz de distinguir o que é pectina e o que é DNA? Sugestão: organize sua resposta em uma tabela.

2. Após colocarmos o álcool 70%, porque não conseguimos observar a dupla hélice de DNA dentro da fase alcoólica?

3. Qual o papel da maceração e dos seguintes reagentes utilizados nesta aula prática:

- Detergente: \_\_\_\_\_

- Sal de Cozinha: \_\_\_\_\_

- Álcool gelado: \_\_\_\_\_

4. Se você utilizar um liquidificador ou um processador de alimentos para macerar as frutas e os alimentos, o resultado seria o mesmo quando comparado a maceração mecânica utilizada nessa aula prática? Justifique sua resposta.

5. Rosalind Franklin e Raymond Gosling, conseguiram obter uma fotomicrografia da molécula de DNA por meio da técnica de cristalografia e difração de raio X (FRANKLIN e GOSLING, 1953). Qual outro equipamento ou método podemos utilizar para visualizarmos a estrutura da dupla hélice de DNA?

6. A molécula de DNA é uma \_\_\_\_\_, e é formada por grupamentos \_\_\_\_\_, açúcar denominado de \_\_\_\_\_

e bases \_\_\_\_\_, sendo A (\_\_\_\_\_), T (Timina), C (\_\_\_\_\_), e G (\_\_\_\_\_). Sua principal função é de armazenar \_\_\_\_\_.

## 5 | CONCLUSÕES

A abordagem de aulas práticas na área de Genética no ensino médio constitui uma valiosa metodologia, pois permite aplicar na prática o que foi aprendido na teoria, facilitando o processo norteador do ensino e da aprendizagem. Além de instigar o lado científico experimental nos alunos.

## 6 I RESPOSTAS ESPERADAS DO QUESTIONÁRIO PROPOSTO:

1.

Copos	Fruta/Alimento	Pectina	DNA
1b	Tomate	+	+
2b	Mamão	+	+
3b	Banana	+	+
4b	Uva	+	+
5b	Cebola	-	+
6b	Alho	-	+

Distinguimos o DNA da pectina da seguinte maneira: O DNA fica na fase inferior alcoólica, já a pectina se agrupa na parte superior a essa fase. A pectina é dotada de bolhas, já o DNA não possui bolhas. A pectina é gelatinosa e esbranquiçada. O DNA é muito fino, dotado de filamentos que se assemelham a nuvens.

2. O que observamos é um emaranhado de filamentos que corresponde ao DNA e as histonas complexadas a ele. O DNA não pode ser visto como uma dupla hélice desta maneira, pois ela é muito diminuta (cerca de 2 nanômetros de tamanho, o que corresponde a  $2 \times 10^{-9}$  do metro). Assim, para visualizarmos o formato tridimensional da dupla hélice seria necessário o uso de uma tecnologia muito sofisticada como é o caso da microscopia eletrônica.

3. A maceração auxilia na quebra do material em partes menores, aumentando a área de contato, permitindo que os reagentes atuem de maneira mais efetiva na extração do DNA. O detergente: possui a capacidade de romper os lipídeos das membranas (celular e do núcleo), expondo as proteínas e o DNA das células. Já, o sal de cozinha: têm como função de atuar como agente fornecedor de íons que é importante para permitir a precipitação do DNA. O Álcool gelado: o álcool gelado diminui a solubilidade do DNA com a ajuda do sal adicionado inicialmente. O DNA, menos solúvel em álcool, formará um aglomerado que precipitará junto com outras moléculas, assim, ao adicionarmos o álcool gelado lentamente auxilia na eficiência de precipitação do DNA.

4. Não seria o mesmo pois o DNA ficará todo quebrado, degradado pela ação das hélices do aparelho eletroportátil como o liquidificador ou o processador de alimentos.

5. Microscópio eletrônico.

6. A molécula de DNA é uma dupla hélice, e é formada por grupamentos fosfato, açúcar denominado de desoxirribose e bases nitrogenadas, sendo A (Adenina), T (Timina), C (Citosina), e G (Guanina). Sua principal função é de armazenar e transmitir a informação genética.

## REFERÊNCIAS

BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, 2017.

CHAVES, J. M. F.; HUNSCHE, S. **Atividades experimentais demonstrativas no ensino de Física: panorama a partir de eventos da área**. TCC. Universidade Federal do Pampa. Rio Grande do Sul, 2014.

FURLAN, C. M.; ALMEIDA, A. C.; RODRIGUES, C. D. N.; TANIGUSHI, D. G.; SANTOS, D. Y. A. C.; MOTTA, L. B.; CHOW, F. Extração de DNA Vegetal: O que Estamos Realmente Ensinando em Sala de Aula? **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, 2011.

FRANKLIN, R. E.; GOSLING, R. G. Molecular Configuration in Sodium Thymonucleate. **Nature**. v. 171, p. 740-741, 1953. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/171740a0> Acesso em: 16 de jan. 2021.

DESSEN, E. M. B.; OYAKAWA, J. 2012. **Extração caseira de DNA de morango**. Disponível em: [https://upload.wikimedia.org/wikiversity/pt/d/de/Extracao\\_DNA\\_Morango\\_web.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikiversity/pt/d/de/Extracao_DNA_Morango_web.pdf) Acesso em 16 de jan. de 2021

GONÇALVES, T. M. A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos T CD8+. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.1, p. p.4854-4860, 2021a. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/23099/18554> Acesso em: 16 de jan. de 2021.

GONÇALVES, T. M. Ensinando Biologia em tempos de pandemia: um laboratório caseiro com materiais simples e de baixo custo para a simulação da digestão de proteínas. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 5, 2021b. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/5/ensinando-biologia-em-tempos-de-pandemia-um-laboratorio-caseiro-com-materiais-simples-e-debaixo-custo-para-a-simulacao-da-digestao-de-proteinas> Acesso: 16 de jan. 2021.

GONÇALVES, T. M. Extraindo o DNA de vegetais: uma proposta de aula prática para facilitar a aprendizagem de Genética no Ensino Médio. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 15, 2021c. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/15/extraindo-o-dna-de-vegetais-uma-proposta-de-aula-pratica-para-facilitar-a-aprendizagem-de-genetica-no-ensino-medio> Acesso: 09 de jun. 2021.

INTERAMINENSE, B. K. S. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, s. 1, p. 342-354, 2019. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1842> Acesso em: 16 de jan. de 2020.

REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY, P. V.; JACKSON, R. B. **Biologia de Campbell**. 10ª ed, Porto Alegre: Artmed, 2015, 1442p.

RODRIGUES, C. N.; ALMEIDA, A. C.; FURLAN, C. M.; TANIGUSHI, D. G.; SANTOS, D. Y. A. C.; CHOW, F. e MOTTA, L. B. **DNA vegetal na sala de aula**. São Paulo: Departamento de Botânica – IBUSP, 2008. 8p. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/bmaterial6.pdf> Acesso em: 16 de jan. de 2020.

MARANDINO, M. SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. 1ª ed. São Paulo: Cortez Editora, 2009, 215p.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de Genética**, 6ª ed. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2013, 739p.

## 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](https://www.instagram.com/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) 