



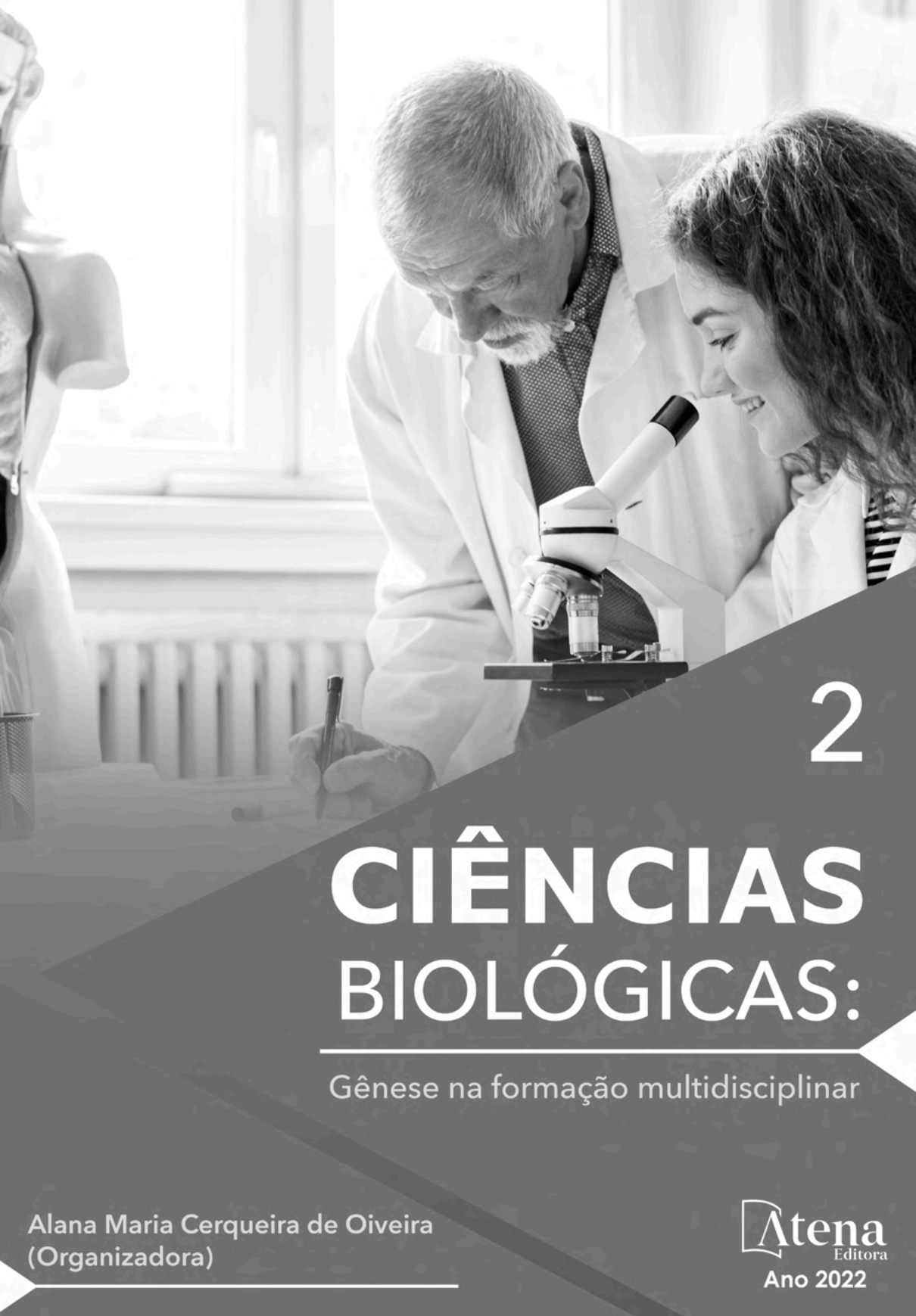
2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

Alana Maria Cerqueira de Oiveira
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2022



2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

Alana Maria Cerqueira de Oiveira
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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 Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^o Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a 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 Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^o Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^o Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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
Prof^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Ciências biológicas: gênese na formação multidisciplinar 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Alana Maria Cerqueira de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências biológicas: gênese na formação multidisciplinar 2 / Organizadora Alana Maria Cerqueira de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-841-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.417221701>

1. Ciências biológicas. I. Oliveira, Alana Maria Cerqueira de (Organizadora). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

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

O Livro “Ciências biológicas: Gênese na formação multidisciplinar 2”, traz ao leitor vinte capítulos de relevada importância na área de Genética, Citogenética, Imunologia, Parasitologia, Química medicinal, Saúde pública e Ecologia. Entretanto, caracteriza-se como uma obra multidisciplinar que engloba diversas áreas da Ciências biológicas.

Os capítulos estão distribuídos em temáticas que abordam de forma categorizada e multidisciplinar a Ciências biológicas, as pesquisas englobam estudos de: mapeamentos genético, citogenético, sequenciamento, genética e educação, análises forenses, doenças genética, eugenesia clássica, engenharia genética, análise por PCR, cultura de células de linfoma e leucemia, saúde mental, resposta imune, vacinação contra a covid-19, vírus Sars-Cov-2, métodos de extração de lipídios, levantamento taxonômico, morfologia vegetal, eficiência de inseticidas, química medicinal, cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), espectroscopia de infravermelho (IV) e espectrometria de massas (EM), problemática ambiental e de saúde pública, poluentes emergentes e biodiesel.

A obra foi elaborada primordialmente com foco nos profissionais, pesquisadores e estudantes pertencentes às áreas de Ciências biológicas e Ciências da Saúde e suas interfaces ou áreas afins. Entretanto, é uma leitura interessante para todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área.

Cada capítulo foi elaborado com o propósito de transmitir a informação científica de maneira clara e efetiva, em português, inglês ou espanhol. Utilizando uma linguagem acessível, concisa e didática, atraindo a atenção do leitor, independente se seu interesse é acadêmico ou profissional.

O livro Ciências biológicas: Gênese na formação multidisciplinar 2”, traz publicações atuais e a Atena Editora traz uma plataforma que oferece uma estrutura adequada, propícia e confiável para a divulgação científica de diversas áreas de pesquisa.

Alana Maria Cerqueira de Oliveira


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

LA ERRADICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES GENÉTICAS: DE LA EUGENESIA CLÁSICA A LA INGENIERÍA GENÉTICA

Alejandro Gordillo-García

María del Carmen García Rodríguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.417221701>

CAPÍTULO 2..... 14

MAPEAMENTOS GENÉTICO, CITOGENÉTICO E DE SEQUENCIAMENTO DO FEIJÃO-FAVA: UMA REVISÃO

André Oliveira Melo

Marcones Ferreira Costa

Michelli Ferreira dos Santos

Verônica Brito da Silva

Maria Fernanda da Costa Gomes

Gleice Ribeiro Orasmo

Lidiane de Lima Feitoza


Lívia do Vale Martins

Raimundo Nonato Oliveira Silva

Ângela Celis de Almeida Lopes

Regina Lucia Ferreira Gomes

Sérgio Emílio dos Santos Valente


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217012>

CAPÍTULO 3..... 34

GENETICS AND EDUCATION: OVER 50 YEARS GENERATING COLLABORATIONS, BUILDING BRIDGES AND WEAVING NETWORKS IN ENDLESSLY TURBULENT SCENARIOS

Alberto Sergio Fenocchio

Verónica Graciela Teza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217013>

CAPÍTULO 4..... 38

DROGAS MAIS CONSUMIDAS NO BRASIL E SUA RELAÇÃO EM CRIMES CONTRA O INDIVÍDUO: COMO UM TESTE RÁPIDO AJUDARIA EM CASOS DE PRISÃO EM FLAGRANTE

Águida Maiara de Brito

Lustarllone Bento de Oliveira

Melissa Cardoso Deuner

Felipe Monteiro Lima

Joselita Brandão de Sant'Anna


Jackson Henrique Emmanuel de Santana

José Vanderli da Silva

Caio César dos Santos Mognatti

Juliana Paiva Lins


Jéssica dos Santos Folha
Bruno Henrique Dias Gomes
Erica Carine Campos Caldas Rosa
Marcela Gomes Rola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217014>

CAPÍTULO 5..... 54

IMPLICAÇÕES DA VACINAÇÃO CONTRA A COVID-19 EM GESTANTES E PUÉRPERAS EM CONTEXTO PANDÊMICO: UMA REVISÃO DE LITERATURA


Ana Luíza Moraes Oliveira
Jéssica de Moutta Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217015>

CAPÍTULO 6..... 66

EFEITO DO BIOFILME DE *Arthrographis kalrae* NA RESPOSTA IMUNE DE MACRÓFAGOS INFECTADOS


Bianca Dorana de Oliveira Souza
Janneth Josefina Escobar Arcos
Bruno Fernando Cruz Lucchetti
Phileno Pinge Filho
Mario Augusto Ono
Ayako Sano
Luciene Airy Nagashima
Adriane Lenhard-Vidal
Franciele Ayumi Semêncio Chiyoda-Rodini
Eiko Nakagawa Itano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217016>

CAPÍTULO 7..... 76

POTENTIAL OF *Saccharomyces cerevisiae* IN *Fusarium graminearum* ANTIBIOSIS AND ZEARALENONE DETOXIFICATION

Andressa Jacqueline de Oliveira
Mario Augusto Ono
Melissa Tiemi Hirozawa
Jaqueline Gozzi Bordini
Claudemir Zucareli
Elisabete Yurie Sataque Ono


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217017>

CAPÍTULO 8..... 93

BIOLOGICAL EVALUATION OF A THERAPEUTIC DEVICE THAT IS BASED IN PULSED-ELECTROMAGNETIC FIELDS AND STATIC MAGNETIC FIELDS ON A MURINE MODEL

Abraham O. Rodríguez-De la Fuente
José Antonio Heredia-Rojas
Pilar Carranza-Rosales
Omar Heredia-Rodríguez
Gerardo Lozano-Garza


Angel Zavala-Pompa
Pedro Antonio Noguera-Díaz
José Alberto Valadez-Lira
Ricardo Gómez-Flores
Pedro César Cantú-Martínez
María Porfiria Barrón-González

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217018>

CAPÍTULO 9..... 107

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ATIVIDADE BIOLÓGICA DO DERIVADO TIAZACRIDÍNICO LPSF/AA-57


Marcel Lucas de Almeida
Valécia de Cassia Mendonça da Costa
Michelly Cristiny Pereira
Ivan da Rocha Pitta
Marina Galdino da Rocha Pitta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217019>

CAPÍTULO 10..... 114

CONCEPÇÃO DE CLÍNICA AMPLIADA E OS DESAFIOS DAS PRÁTICAS EM SAÚDE MENTAL NA ATUALIDADE


Celian Araújo da Nóbrega Souza
Carmen Silva Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170110>

CAPÍTULO 11 127

MADUREZ SEXUAL Y ESPECTRO TRÓFICO DE *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, MÉXICO


Emmanuel Velasco-Villalobos
Elizabeth Valero-Pacheco
Luis Gerardo Abarca-Arenas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170111>

CAPÍTULO 12..... 139

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA: MONITORAMENTO DE EFICÁCIA DA INTERVENÇÃO FONOAUDIOLÓGICA EM ESCOLARES COM DISLEXIA

Ana Luiza de Faria Luiz
Yara Bagali Alcântara
Brena Elisa Lucas
Carolina Almeida Vieira
Simone Aparecida Capellini
Ana Cláudia Figueiredo Frizzo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170112>

CAPÍTULO 13..... 149

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE LIPÍDIOS DA MICROALGA

Scenedesmus sp.


Alana Ramos Nobre
Karollyna Menezes Silva
Keilla Santos Cerqueira
Jacqueline Rego da Silva Rodrigues
Roberto Rodrigues de Saouza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170113>

CAPÍTULO 14..... 164

EFFECT OF LACTIC ACID BACTERIA ON *Fusarium verticillioides* GROWTH AND FUMONISIN B₁ DETOXIFICATION


Melissa Tiemi Hirozawa
Mario Augusto Ono
Sandra Garcia
Jaqueline Gozzi Bordini
Andressa Jacqueline de Oliveira
Elisa Yoko Hirooka
Elisabete Yurie Sataque Ono

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170114>

CAPÍTULO 15..... 183

PARÂMETROS REPRODUTIVOS EM ESPÉCIES NEOTROPICAIS DE *Drosophila* (DIPTERA; DROSOPHILIDAE)


Lorena Tayrini de Oliveira da Silva
Silvana Aparecida Beira
Camila Heloíse dos Santos
Janaina Cosmedamiana Metinoski Bueno
Natana Maria Metinoski Bueno
Rogério Pincela Mateus
Luciana Paes de Barros Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170115>

CAPÍTULO 16..... 207

BENZOFENONA E OCTOCRILENO COMO POLUENTES EMERGENTES: UMA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E DE SAÚDE PÚBLICA

Diego Espírito Santo
Andrielle Karine Ribeiro Mendes
Débora Cristina de Souza
Flávia Vieira da Silva Medeiros
Ana Paula Peron


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170116>

CAPÍTULO 17..... 228

MORFOLOGIA VEGETAL: UMA ABORDAGEM PALINOLOGICA DE *HIBISCUS ROSA-SINENSIS* L.

João Marcos Gomes Leite
Maristela Tavares Gonçalves


Alessandro Oliveira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170117>

CAPÍTULO 18.....236

CONSIDERAÇÕES SOBRE O FITOPLÂNCTON DO SUBMÉDIO RIO SÃO FRANCISCO: GRUPOS FUNCIONAIS DE REYNOLDS (GFR) E IMPLICAÇÕES PARA OS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA

Vladimir de Sales Nunes
Mávani Lima Santos
Caio Carvalho Novais de Moraes
Bruno César Silva
René Geraldo Cordeiro Silva Júnior
Edson Gomes de Moura Júnior
Ludwig Lima Nunes
Carlos Vinícius da Silva Cabral
Angélica Barbosa Jericó
Nadiane Nunes da Silva
Gabriel Luiz Celante da Silva
Benoit Jean Bernard Jahyny

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170118>

CAPÍTULO 19.....251

AVALIAÇÃO DE MISTURAS TERNÁRIAS DIESEL-BIODIESEL-ETANOL PARA APLICAÇÃO COMO COMBUSTÍVEL EM MOTORES DE CICLO DIESEL


Guilherme Brandão Guerra
Gisel Chenard Díaz
Yordanka Reyes Cruz
Vinicius Rossa
Donato Alexandre Gomes Aranda
Rene Gonzalez Carliz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170119>

CAPÍTULO 20.....265

EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE FEIJOEIRO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL

Stella Mendes Pio Oliveira
Guilherme Mendes Pio Oliveira
Luana Ranieri Massucato


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170120>

CAPÍTULO 21.....277

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO “ECOLOGIA NO LABIRINTO” PARA OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Milena Resende Nascimento
Mariana Fideles Ferreira
Francielly Felix da Silva Isaias
Mayra Luzia da Cruz e Souza


Frederico Miranda
Polyanna Miranda Alves
Polyane Ribeiro Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170121>

CAPÍTULO 22.....281

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES HEMATOLÓGICAS EM INDIVÍDUOS COM TALASSEMIAS ALFA E BETA E CORRELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA NO MUNICÍPIO DE ASSIS E REGIÃO

Julia Amanda Rodrigues Fracasso
Luiz Fernando Moraes-Silva
Guilherme de Oliveira-Paes
Luisa Taynara Silvério da Costa
Maria José Malagutti-Ferreira
Lucinéia dos Santos
Renata Aparecida de Camargo Bittencourt

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170122>

SOBRE A ORGANIZADORA.....295

ÍNDICE REMISSIVO.....296

CAPÍTULO 1

LA ERRADICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES GENÉTICAS: DE LA EUGENESIA CLÁSICA A LA INGENIERÍA GENÉTICA

Data de aceite: 10/01/2022

Data de submissão: 29/09/2021

Alejandro Gordillo-García

Center for Logic and Philosophy of Science
Institute of Philosophy, KU Leuven, Belgium

María del Carmen García Rodríguez

Laboratorio de Antimutagénesis,
Anticarcinogénesis y Antiteratogénesis
Ambiental
Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza”,
UNAM, CDMX, México
ORCID 0000-0001-5970-0835

RESUMEN: En el presente ensayo se muestra una panorámica histórica, científica y filosófica del interés de la humanidad por erradicar las enfermedades genéticas. Se inicia con una descripción de los antecedentes históricos de la eugenesia: “infanticidios selectivos” realizados en la Antigua Esparta y la “crianza selectiva” propuesta por Platón. Posteriormente, se presenta la historia de la eugenesia clásica como el primer intento de erradicar las enfermedades genéticas, enfatizando los errores científicos, abusos y crímenes a la humanidad cometidos. Finalmente, se discuten los más recientes avances en ingeniería genética y su potencial para erradicar las enfermedades genéticas en el futuro no muy lejano, así como sus implicaciones filosóficas y sociales.

PALABRAS-CLAVE: Enfermedades genéticas; Eugenesia clásica; Ingeniería genética;

Implicaciones filosóficas y sociales.

THE ERADICATION OF GENETIC DISEASES: FROM CLASSICAL EUGENICS TO GENETIC ENGINEERING

ABSTRACT: This essay offers a historical, scientific, and philosophical overview and discussion of humanity’s interest in eradicating genetic diseases. It begins with a description of the historical antecedents of eugenics: the “selective infanticides” carried out in Ancient Sparta and “selective breeding” proposed by Plato. Subsequently, the history of classical eugenics is presented as the first attempt to eradicate genetic diseases emphasizing the scientific mistakes, abuses and crimes against humanity committed. Finally, the most recent achievements in genetic engineering and their potential to eradicate genetic diseases in the not-too-distant future are discussed, as well as their philosophical and social implications.

KEYWORDS: Genetic diseases; Classical eugenics; Genetic engineering; Philosophical and social implications.

INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, miles de estudiantes de genética se gradúan cada año. Nuevos laboratorios de investigación son abiertos regularmente en universidades, hospitales, clínicas y empresas privadas. Las patentes en genómica y genética van en aumento, así como las publicaciones científicas en revistas relevantes en estas áreas. La demanda de

genetistas en el mercado laboral jamás había sido tan buena, quienes generalmente ejercen como investigadores, profesores, laboratoristas, ingenieros, consultores e incluso abogados. En efecto, la genética es una ciencia en pleno crecimiento que está adquiriendo una mayor influencia en nuestras vidas cotidianas, y al no haber indicios de que esta tendencia vaya a desacelerar, el siglo XXI es un prospecto para convertirse en el “Siglo de la Genética.”

Pero, si les pidiéramos a todos estos científicos y trabajadores del área que por un momento apartaran la vista del ocular del microscopio, que apagaran las centrifugas, los secuenciadores de DNA y los termocicladores (máquinas de PCR; reacción en cadena de polimerasa, por sus siglas en inglés). Si les pidiéramos que solo por un instante dejaran de escribir esos artículos científicos para que nos expliquen por qué investigan y laboran en el área de genética, seguramente nos dirán que, además de percibir un salario, trabajan en esta área porque quieren mejorar la salud humana. Y es que en la actualidad se tiene registro de miles de enfermedades monogénicas.¹ Así mismo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, afectaciones asociadas a alteraciones en múltiples loci en el genoma, llamadas enfermedades poligénicas, como la cardiopatía isquémica (bloqueo o reducción de las arterias coronarias) y los infartos fulminantes (repentina pérdida de funciones neurológicas) encabezaron la lista de causas de muerte del 2000 al 2019.² La estructura o el número de cromosomas de un recién nacido también puede ser anormal (mutaciones cromosómicas). Por ejemplo, la trisomía del cromosoma 21 es la causante del síndrome de Down (serie de complicaciones particulares en el desarrollo físico y mental).

¿Cómo puede ayudar un genetista a combatir las enfermedades y condiciones genéticas? En primer lugar, es importante poder detectarlas lo más pronto posible mediante estudios que permitan obtener diagnósticos genéticos en cualquier etapa de la vida (incluidas la pre-natal y pos-natal). En este ámbito, las tecnologías de diagnóstico genético han progresado enormemente en las últimas décadas. Actualmente, existen miles de exámenes genéticos en uso y se están desarrollando aún más. No obstante, diagnosticar una enfermedad sería una actividad médica fútil si no se desarrollaran a la par tratamientos y quizá curas. En el presente ensayo se muestra una panorámica histórica, científica y filosófica del interés de la humanidad por erradicar las enfermedades genéticas partiendo desde los “infanticidios selectivos” realizados en la Antigua Esparta hasta el actual uso de la biotecnología en procedimientos de terapia génica.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS: LA ANTIGÜEDAD

Los registros históricos y antropológicos muestran que en la Antigua Esparta (650 a. C.), famosa por su ejército poderoso y sanguinario, se llevaba a cabo lo que hoy se denomina “infanticidio selectivo.” Obviamente, los espartanos no sabían de genes, ni de mutaciones, ni de leyes de la herencia. No sabían por qué algunos bebés nacían con deformidades en

los huesos, con músculos atrofiados, o con proporciones corporales enanas. Pero sí sabían que estos individuos eran diferentes, y consideraron que sus condiciones representaban una discapacidad: jamás se desarrollarían como verdaderos espartanos y representarían una carga para el Estado. Su solución fue arrojar a los bebés y niños con enfermedades o condiciones congénitas por un acantilado hacia su muerte segura.³ Esta práctica, guiada por motivos más socioculturales que de salud pública, aseguraba que los individuos con genes defectuosos no contribuyeran genéticamente a las siguientes generaciones. Desde luego, no se puede pasar por alto lo innecesariamente cruel que es practicar el “infanticidio selectivo” para erradicar las enfermedades hereditarias.

Otra referencia histórica sobre la erradicación de las enfermedades hereditarias en la Antigüedad la encontramos en la obra *La Republica* (370 a.C.), escrita por Platón en forma de diálogo en donde se discute la “crianza selectiva.” El personaje Sócrates cuestiona a Glaucón sobre sus aves y perros: “¿Y entonces haces que nazcan crías de todos por igual o te esfuerzas para que nazcan especialmente los mejores?... ¿Y si no es así como nacen, consideras que la raza de tus aves y de tus perros será mucho peor?”, a lo que Glaucón responde afirmativamente. Posteriormente, Sócrates sugiere que sería muy bueno hacer lo mismo con seres humanos.⁴ Aunque el “infanticidio selectivo” de los Espartanos y la “crianza selectiva” en humanos propuesta por Platón pertenecen a la Antigüedad, no podemos negar que nos resultan perturbadoramente familiares. En efecto, son dos ejemplos de lo que hoy conocemos como “eugenesia.” En pocas palabras, como se explicará a continuación, la eugenesia se basa en la idea de que la especie humana puede ser artificialmente mejorada si utilizamos el conocimiento sobre herencia y las tecnologías disponibles racionalmente para guiar nuestra propia evolución.

EUGENESIA CLÁSICA: EL PRIMER INTENTO DE ERRADICAR LAS ENFERMEDADES GENÉTICAS

La historia de la eugenesia clásica comienza con la revolución Darwiniana en la segunda mitad del siglo XIX. Basándose en la teoría maltusiana, Darwin dedujo que los seres vivos se encuentran en una “lucha por la existencia” ya que la cantidad de recursos necesarios para la supervivencia y reproducción son proporcionalmente menores a la generación de seres vivos. De acuerdo con la teoría de Darwin, los aproximadamente 4 billones de años de vida en este planeta han sido de incesante competencia, en la cual siempre algunos han salido victoriosos logrando sobrevivir para reproducirse mientras que los demás han perecido necesariamente. Nosotros, por ejemplo, somos los descendientes directos de los ganadores en la lucha por la existencia reciente entre especies del género *Homo* (lucha que perdió el *Homo neanderthalensis*, *Homo erectus* y *Homo floresiensis*). Pero es importante tomar en cuenta que nada asegura que seamos la ascendencia de los próximos pobladores de la Tierra, lo que lleva a preguntarse por qué algunos ganan

y otros pierden en la lucha por la existencia. La genialidad de Darwin fue comprender que el nivel de adaptabilidad a las condiciones locales de vida puede variar de individuo a individuo y de especie a especie. Aunque en su época el conocimiento de genética era pobre, Darwin notó que algunos individuos, por motivos puramente azarosos, pueden nacer con variaciones en sus rasgos corporales, mentales e incluso de comportamiento. Esto no es sorpresa, pues, así como nosotros no somos idénticos a nuestros padres, “nadie supone que todos los individuos de la misma especie estén fundidos absolutamente en el mismo molde.”⁵ Ahora, en el contexto correcto, algunas de estas variaciones pueden representar una valiosa ventaja en la “lucha por la existencia.” Un cuello de jirafa más largo para alcanzar el follaje, una toxina más mortífera de un pino para eliminar nematodos, un comportamiento social más desarrollado en humanos para forjar grupos fuertes son ejemplos de variaciones benéficas. Como dijo Darwin, “(...) los individuos caracterizados de este modo tendrán seguramente las mayores probabilidades de conservarse en la lucha por la vida y, por el poderoso principio de herencia, tenderán a producir descendientes con caracteres semejantes. A este principio de conservación o supervivencia de los más adecuados lo he llamado selección natural.”⁵

Aunque Darwin fue ampliamente reconocido por su descubrimiento y trabajo, algunos no pudieron evitar señalar que aún estaba inconcluso pues excluyó el tema de la selección natural en humanos y la posibilidad de guiar racionalmente nuestra propia evolución. Fue su primo Francis Galton quien se encargaría de abordar este tema. Galton tenía una enorme confianza en el poder de la ciencia como motor del progreso social; más aún, cuando leyó la teoría de su primo consideró que comprender el proceso de evolución por selección natural nos confiere la responsabilidad de garantizar la multiplicación de los más aptos de nuestra especie al igual que el decremento de la reproducción de los menos aptos. Denominó “eugenesia” (del griego *eu*: buen, y *genos*: origen o nacimiento) a la “ciencia que trata de todas las influencias que mejoran las cualidades innatas, o materia prima de una raza y también aquellas que la pueden desarrollar hasta alcanzar la máxima superioridad.”⁶

La primera gran victoria pública de Galton fue su descubrimiento de que, además de los rasgos físicos, los rasgos mentales como la inteligencia y la personalidad también son heredables. Su enfoque fue el análisis estadístico de cientos de genealogías familiares registradas en enciclopedias biográficas, registros civiles e historiales médicos. Lo que descubrió fue que las personas con alta inteligencia y rasgos de personalidad particulares (e.g., talento, moralidad, honestidad, responsabilidad social) tienden a tener hijos y nietos con estos mismos rasgos. Por lo tanto, pensó Galton, lo que verdaderamente determina nuestro destino es lo que heredamos biológicamente de nuestros padres y no las circunstancias ambientales y sociales, como el nivel de educación o estatus económico, en las que nos desarrollamos. El trabajo de Galton sentó el precedente y marcó la dirección de las discusiones sobre eugenesia que se darían en las próximas décadas. De acuerdo

con Galton, el hecho de que la inteligencia y la personalidad sean heredables significa que pueden ser manipuladas y moldeadas a nuestra conveniencia: “si una veinteava parte de los costes y esfuerzos que se invierten en mejorar la cría de caballos y ganado se invirtiera en medidas para la mejora de la raza humana, ¡qué galaxia de genios podríamos crear!”⁷

Para comprender fielmente el proyecto Galtoniano se deben tomar en cuenta algunos puntos importantes. En primer lugar, al igual que muchos otros pensadores de su tiempo, Galton consideró que las sociedades humanas estaban pasando por un grave momento de deterioro genético, particularmente en las naciones industrializadas. Muchos estudios indicaban que el estrato social menos favorecido, que incluye a los aquejados por enfermedades genéticas, los pobres y los alcohólicos, tendían a multiplicarse más que los favorecidos,⁸ lo que eventualmente podría llevar al deterioro de la sociedad (a este proceso se le conoce como “disgenesia”). Galton buscaba mejorar la salud humana, la inteligencia y el carácter moral mediante el aumento de “matrimonios eugenésicos,” es decir, matrimonio entre individuos aptos. Propuso que esto se lograría educando al público en general sobre la importancia de la eugenesia para que así puedan tomar decisiones informadas sobre su reproducción. A este tipo de eugenesia se le llama “eugenesia positiva” ya que su objetivo es aumentar los buenos rasgos en la población. En contraste, la “eugenesia negativa” busca eliminar los rasgos inferiores.

A finales del siglo XIX y principios del XX, la eugenesia ya era un tema del dominio público en Inglaterra y otros países. En 1907 se formó la *Eugenics Education Society*, la primera en su tipo en el mundo, cuyos principales objetivos fueron modificar la opinión pública sobre la importancia de los ideales eugenésicos, enseñar las leyes de la herencia y “promover la enseñanza eugenésica, en el hogar, en las escuelas y en otros lugares.”⁹ Entre sus miembros más influyentes destacan el ex-primer ministro Winston Churchill, el economista John Maynard Keynes, el escritor H. G. Wells, la activista Marie Stopes, entre otros. En esa época, revistas científicas sobre eugenesia como el *Annals of Eugenics*, *The Eugenics Review* y *Biometrika* adquirieron una gran prominencia y difusión. Todos estos esfuerzos por parte de los eugenistas tuvieron sus frutos en 1913 cuando el Parlamento inglés aprobó la primera ley eugenésica conocida como *Mental Deficiency Act* y los británicos celebraban el nacimiento de quien consideraron la primera “bebe eugénica” llamada Eugenette Bolce.

Mientras tanto, la eugenesia comenzaba a insinuarse en las corrientes intelectuales, programas médicos y proyectos políticos de muchos otros países incluyendo Japón, Noruega, Canadá, Brasil y México.¹⁰ Sin embargo, dos países requieren nuestra particular atención pues destacaron por la extensión e idiosincrasias de sus programas eugenésicos: Estados Unidos y la Alemania Nazi. Si bien la eugenesia británica se basaba en la estadística y la biometría, en Estados Unidos fue el redescubrimiento del trabajo de Gregor Mendel lo que dio un fuerte impulso a la eugenesia en ese país. A partir de miles de experimentos de cruzamiento con chicharos, Mendel dedujo sus cuatro principios de la herencia: factores

en pareja, dominancia/recesividad, segregación al azar y transmisión independiente.¹¹ Mediante estos principios, Mendel predecía con gran exactitud las probabilidades de la herencia de ciertos “factores hereditarios” (hoy llamados “genes”) de la planta *Pisum sativum* como el color de la flor o la forma de los chicharos. Estudios pioneros sobre la herencia de ciertos rasgos y enfermedades humanas como la alcaptonuria demostraron que las leyes Mendelianas también operan en nuestra especie.¹² Sin embargo, aún no se contaba con verificación empírica de la existencia de los genes ni con conocimiento sobre el mecanismo molecular de la herencia, lo que permitió que varios investigadores comenzaran a especular al respecto y exagerar libremente la herencia Mendeliana. Charles Davenport fue el líder de la eugenesia en Estados Unidos. Llevó a cabo numerosos estudios de árboles genealógicos que miles de familias enviaban por correspondencia a su *Eugenics Record Office* en forma de cuestionarios, records de su historial médico y descripciones personales. Cuando Davenport descubría algún rasgo recurrente en una familia, asumía que éste era heredado por leyes Mendelianas. Así, aseguró sin mayor evidencia que la criminalidad, la debilidad mental (hoy llamada discapacidad intelectual), el alcoholismo, el pauperismo, la demencia, la prostitución, el nomadismo y el amor por el mar son rasgos que se pasan a la descendencia por herencia Mendeliana.¹³ Estos resultados convencieron a muchos de que “(...) el problema más urgente el día de hoy es cómo limitar y desalentar la sobre-fertilidad de los defectuosos mentales y físicos.”¹⁴ En 1907, el estado de Indiana aprobó la primera ley que estipulaba la esterilización obligatoria a criminales, débiles mentales y violadores. La ley se popularizó rápidamente en el resto del país y más de 60,000 personas fueron esterilizadas.

La eugenesia negativa de Estados Unidos fue ampliamente admirada por los Nazis, quienes enviaban comisionados a ese país para observar el desarrollo de sus programas e importar ideas. Sin embargo, los Nazis fueron más allá e incluyeron en sus programas eugenésicos la eutanasia (muerte intencionada a enfermos) y campos de concentración, además de prohibir ciertos matrimonios, controlar estrictamente la inmigración y aplicar la esterilización obligatoria. Bajo el liderazgo de Adolf Hitler, los Nazis se vieron a sí mismos, la raza Aria, en una “lucha por la existencia.” Los individuos inferiores que vivían una *Lebensunwerten lebens* (vida que no vale la pena ser vivida), como los aquejados por enfermedades y condiciones genéticas, los gitanos, los judíos, los homosexuales, entre otros, debían de ser extirpados de la sociedad en lo que denominaron una “higiene racial.”¹⁵ Como resultado, se estima que los programas eugenésicos Nazis esterilizaron entre 300,000 a 400,000 personas y exterminaron alrededor de 6,000,000 de judíos, 250,000 enfermos, más de 200,000 gitanos, 70,000 criminales y otros miles de homosexuales.¹⁶

El abuso de los Nazis, y de los demás países que igualmente implementaron medidas eugenésicas, atestigua lo fácil que la ciencia puede ser malinterpretada y distorsionada con fines políticos para legitimar la autoridad, la coerción y la destrucción. En la segunda mitad del siglo XX, la eugenesia clásica perdió credibilidad y cayó en desgracia después

de que el mundo se enterara de los horrores del Nazismo. La que una vez fue considerada la ciencia más importante del momento para garantizar el progreso de la humanidad, pasó a ser mundialmente repudiada. Las leyes eugenésicas en los distintos países se fueron anulando de manera paulatina. La mayoría de los institutos, sociedades y clínicas que se habían dedicado al estudio y difusión de la eugenesia se desintegraron en su totalidad incluyendo la *Eugenics Record Office* de Davenport en Estados Unidos y los centros Nazis. Otras organizaciones tuvieron que reconfigurar totalmente sus nombres y objetivos. Por ejemplo, la *Eugenics Education Society* de Inglaterra cambió su nombre a *Galton Institution* y su objetivo ahora es: “estimular e informar el debate público sobre la herencia humana y las preguntas asociadas, y buscar promover la participación pública y la comunicación de estos temas.”¹⁷ Así mismo, las revistas sobre eugenesia tuvieron que reinventarse como el *Annals of Eugenics*, llamada ahora *Annals of Human Genetics*.

EUGENESIA EN EL SIGLO XXI: INGENIERÍA GENÉTICA Y LA ERRADICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES GENÉTICAS

Durante la segunda mitad del siglo XX se realizaron los descubrimientos más fundamentales en el área de genética, incluyendo la estructura del DNA, el código genético, el RNA mensajero, entre otros.¹⁸ Sin embargo, fue en la década de los 70s cuando se descubrió la manera de editar el genoma de los seres vivos, lo cual cambiaría para siempre nuestra visión y relación con el mundo natural: A partir de ese momento, la evolución genética se volvió un proceso molecular directamente manipulable.¹⁹ Los genetistas Stanley Cohen y Herbert Boyer desarrollaron la tecnología de DNA recombinante, la cual permite la transferencia de genes entre distintos individuos de distintas especies. Su experimento consistió en cortar fragmentos de DNA (factor R de una bacteria responsable de resistencia inmunológica) utilizando enzimas de restricción (específicamente endonucleasa EcoRI) e introducirlos en un plásmido usando endonucleasas y ligasas de bacterias *E. coli*.²⁰ El resultado fue trascendental: las *E. coli* genéticamente modificadas heredaban a las siguientes generaciones el fragmento de DNA introducido. Nació la ingeniería genética. Inmediatamente después de este éxito, más científicos comenzaron a experimentar. Muy pronto surgió la industria biotecnológica. Las primeras empresas fueron “Cetus Corporation” y “Genentech”. En 1978, comenzó a comercializarse la primera proteína biosintética humana: insulina obtenida mediante la recombinación del DNA con el uso de bacilos *E. coli* por introducción del código genético de la proinsulina humana.

Desde luego, los científicos y médicos se han planteado si la modificación directa del genoma humano podría erradicar las enfermedades hereditarias. Es decir, no solo mitigar los síntomas y mejorar la calidad de vida de los pacientes, sino eliminar del acervo genético de la humanidad las mutaciones causantes de dichas enfermedades y condiciones genéticas mediante técnicas de edición del genoma. Aunque en el siglo XX los avances en genética médica fueron relativamente lentos debido a la falta de conocimiento sobre genómica y

proteómica, así como por la falta de tecnología lo suficientemente avanzada para hacer ediciones genéticas exactas, en el siglo XXI, nuestro siglo, el panorama ha cambiado radicalmente. En el 2001 se anunció la secuenciación del genoma humano, y en el 2002 se inicio el proyecto HapMap que consiste en determinar los patrones comunes de variación de la secuencia de DNA en el genoma humano.^{21,22} Conocer exactamente el orden y la posición de los nucleótidos en nuestro genoma, así como poder determinar específicamente qué genes codifican ciertas proteínas, son grandes ventajas para identificar las mutaciones causantes de enfermedades genéticas y poder desarrollar curas. No obstante, también se necesita comprender detalladamente la codificación de todas las proteínas, las relaciones poligenéticas y las interacciones genoma/ambiente, los cuales son los objetivos de los proyectos Proteoma, Transcriptoma y Epigenoma Humano.^{23,24}

Por otra parte, el hallazgo de las repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas (en inglés *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, CRISPR) ha sido de gran trascendencia para la ingeniería genética. En 1987 se publicó un artículo en el cual se describía cómo algunas bacterias (*Streptococcus pyogenes*) se defendían de las infecciones víricas mediante enzimas capaces de distinguir entre su material genético y el del virus.²⁵ Al mapear los genomas de algunas bacterias se encontraron separadas por «espaciadores» repeticiones palindrómicas de DNA (que se leen igual al derecho y al revés) sin ninguna función aparente, pero parecidas a secuencias presentes en virus y plásmidos.²⁶ A estas secuencias se les llamó CRISPR. Cuando un virus infecta a una bacteria, toma el control de la maquinaria celular interaccionando con distintos componentes celulares. Como sistema de defensa, las bacterias están equipadas con un complejo formado por proteínas (nucleasas Cas) asociado al RNA producido a partir de las secuencias CRISPR. Al interaccionar con este complejo, el material genético del virus es inactivado y posteriormente degradado. Pero el sistema va más allá. Las proteínas Cas son capaces de guardar una parte del DNA viral, modificarlo e integrarlo en las secuencias CRISPR como una “memoria inmunológica.” En el año 2012, estos hallazgos fueron utilizados para generar una herramienta molecular de edición genética en el laboratorio gracias a los estudios de Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna en los que se logró programar el sistema para que se dirigiera a una posición específica de un DNA cualquiera (no solo vírico) y lo cortara. Este sistema CRISPR/Cas9 es una tecnología que hace posible corregir errores en el genoma y activar o inhibir genes en células y organismos de manera más fácil y precisa que los métodos utilizados anteriormente. CRISPR/Cas9 funciona como unas poderosas y sofisticadas “tijeras moleculares” que se pueden programar para realizar una edición precisa en los genes de interés.²⁷ Este hallazgo les valió el premio Nobel en el año 2020.

Con la tecnología CRISPR/Cas9 se inaugura una nueva era de la ingeniería genética en la que se puede editar, corregir y alterar el genoma de cualquier célula de una manera fácil, rápida, barata y, sobre todo, altamente precisa. En un futuro relativamente

cercano, esta tecnología servirá para curar enfermedades genéticas y que hasta ahora eran incurables. Ya se está trabajando con esta tecnología en enfermedades como la Corea de Huntington, el Síndrome de Down y la anemia falciforme. De igual manera, hay estudios sobre la reprogramación de células para que corten el genoma del VIH. En el Instituto Tecnológico de Massachussets se anunció en marzo de 2014 que se había conseguido curar a un ratón adulto de una enfermedad hepática (tirosinemia de tipo I) de origen genético utilizando esta tecnología,²⁸ y en el 2015 se publicó el primer trabajo empleando edición en cigotos humanos.²⁹ Pero la tecnología CRISPR/Cas9 no solo ha quedado ahí, en el 2020 fue la base para el desarrollo de la primera vacuna de RNA para combatir la pandemia que aún en la actualidad esta enfrentando la humanidad.³⁰

Solo en nuestra época se posee el conocimiento suficiente sobre el mecanismo molecular de la herencia biológica y la expresión génica, así como las tecnologías de ingeniería genética capaces de editar los genes anormales. La normalización de la ingeniería genética en hospitales y laboratorios representaría una revolución en la medicina de enormes proporciones como la humanidad jamás ha visto. Es plausible que finalmente solucionemos nuestras enfermedades genéticas. Los genetistas y todos los que trabajan en esta área, con su esfuerzo incansable y brillantes avances, están escribiendo la historia de esta tecnología y, si son exitosos, veremos pronto noticias sobre la erradicación de la primera enfermedad genética por medio de la biotecnología molecular. Hay una esperanza renacida en cuanto a la erradicación de enfermedades genéticas gracias a estas técnicas de bioingeniería, sin embargo, de ninguna manera se deben pasar por alto los riesgos que el uso de la ingeniería genética en la humanidad implica pues podrían ser mayores que los beneficios.

CONSIDERACIONES FINALES: EL DILEMA DEL SIGLO XXI

El filósofo George Santayana afirmó muy acertadamente que “aquellos que no pueden recordar el pasado están condenados a repetirlo.”³¹ La eugenesia clásica no es una curiosidad de museo que podamos observar y juzgar desde una distancia segura creyendo que ya fue sepultada en la historia para siempre. Gracias a los recientes avances en bioingeniería y medicina genética, las esperanzas de mejorar la salud humana y dirigir nuestra evolución siguen vigentes. Sin embargo, debido al precedente de la eugenesia clásica, actualmente la humanidad enfrenta un dilema filosófico: ¿cómo utilizar las tecnologías de ingeniería genética para erradicar las enfermedades genéticas y hacer el bien sin caer nuevamente en los errores y perversidades del pasado?

Como se expuso en este ensayo, desde un principio la eugenesia clásica estaba destinada a fracasar debido a que el conocimiento genético era muy pobre y ambiguo. No obstante, los eugenistas actuaron con poco cuestionamiento crítico y asumieron que la genética era una ciencia que dominaban. Si hiciésemos igualmente una evaluación de

la ciencia genética actual para determinar su estado de madurez, encontraremos que aún hay muchos temas de los cuáles no se tiene una comprensión total, particularmente en epigenética, proteómica y genómica. Desconocer aspectos clave de la genética humana pone en duda la efectividad de la edición de genes como solución de las enfermedades genéticas. Los errores del pasado fueron el exceso de confianza en el conocimiento genético del momento, la incapacidad de reconocer la falibilidad humana y la mala ciencia. Los eugenistas se dejaron guiar por el nacionalismo, el sexismo, el racismo y el capacitismo, no por el método científico.

Si realmente queremos que en un futuro cercano se apliquen y normalicen las técnicas de ingeniería genética en el genoma de células germinales y así erradicar eventualmente las enfermedades y condiciones genéticas debemos plantearnos cómo lograrlo sin repetir los errores que cometió la eugenesia clásica, específicamente debemos plantearnos tres preguntas: 1) ¿Es el conocimiento genético actual lo suficientemente maduro y exacto para comprender los riesgos? 2) ¿Está la sociedad intelectual y psicológicamente preparada para este tipo de tecnología? y 3) ¿cuál es el mejor plan para normalizar la bioingeniería genética?

AGRADECIMIENTOS

Para la realización de la presente investigación se contó con el apoyo del Programa de Becas CONACyT para Estudios de Doctorado en el Extranjero (No. Becario 710049).

REFERENCIAS

1. Online Mendelian Inheritance in Man: An online catalog of human genes and genetic disorders. OMIM Gene Map Statistics. Web: <https://mirror.omim.org/statistics/geneMap>. Consultado el 21 Julio 2021.
2. Organización Mundial de la Salud. Las 10 principales causas de defunción. Web: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. 21 de Julio 2021.
3. Moseley, K. R. (1986). The history of infanticide in western societies. *Issues in Law and Medicine*, **1(5)**, 345-361.
4. Platón. (2009). *La República, Libro V*. (p. 459a-e). Madrid, España: Ediciones AKAL. <http://remacle.org/bloodwolf/philosophes/platon/rep5gr.htm#459>
5. Darwin, C. (2009). *El origen de las especies por medio de la selección natural* (p. 168,92) En: Zuleta A. (traductor). España: Alianza Editorial.
6. Galton, F. (1904). Eugenics: its definition, scope and aims. *The American Journal of Sociology*, **10(1)**, 1-25. <https://www.jstor.org/stable/2762125>

7. Galton, F. (1865). Hereditary genius and character. *Macmillan's Magazine*, **12**, 157-166. p. 165. <https://galton.org/essays/1860-1869/galton-1865-hereditary-talent.pdf>
8. Kevles, D. (1985). Deterioration and deficiency. En: Daniel Kevles (Ed). *In the Name of Eugenics. Genetics and the Uses of Human Heredity*. Chapter V (p. 70-84). California, E.U., California Press.
9. Baker, G. J. (2014). Christianity and Eugenics: The place of religion in the british eugenics education society and the American Eugenics Society, c.1907-1940. *Social History of Medicine*, **27(2)**, 281-302. <https://doi.org/10.1093/shm/hku008>
10. Bashford, A. & Levine, P. (2010). National/Colonial Formations, Part II. En: Alison Bashford and Philippa Levine (Ed). *The Oxford Handbook of the History of Eugenics* (p. 213-538). U.K., Oxford Press.
11. Mendel, J. G. (1866). Experiments in plant hybridization. Druery, C. T.; Bateson, William, traductores (1901). *Journal of the Royal Horticultural Society*, **26**: 1-32. <http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/gm-65.pdf>
12. Garrod, A. E. (1902). The incidence of alkaptonuria: A study in chemical individuality. *The Lancet*, **160(4137)**, 1616-1620. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)41972-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)41972-6)
13. Kevles, D. (1985). Charles Davenport and the worship of great concepts. En: Daniel Kevles (Ed). *In the Name of Eugenics. Genetics and the Uses of Human Heredity*, Chapter III. (p. 42-56). California, E. U., California Press.
14. Sanger, M. (1921). The eugenic value of birth control propaganda. *Birth Control Review*, **5**.
15. Weiss, S. F. (1987). The race hygiene movement in Germany. *Osiris*, **3**, 193-236. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/368666>
16. United States Holocaust Memorial Museum. Documenting numbers of victims of the holocaust and Nazi persecution. Web: <https://encyclopedia.ushmm.org/content/es/article/documenting-numbers-of-victims-of-the-holocaust-and-nazi-persecution>. 15 de marzo del 2021.
17. Galton Institute. Background of the Galton Institute. Web: <http://www.galtoninstitute.org.uk/about/background-aims-activities/>. 15 de julio 2021.
18. Judson, H. F. (1987). El octavo día de la creación. México, D. F. Ediciones Castell Mexicana.
19. Krinsky, S. 2019. *GMOs Decoded a skeptic's view of genetically modified foods*. Cambridge MA: MIT Press.
20. Cohen, S. N., Chang, A. C. Y., Boyer, H. W. & Helling, R. B. (1973). Construction of biologically functional bacterial plasmids *In Vitro*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **70(11)**, 3240-3244. <https://doi.org/10.1073/pnas.70.11.3240>
21. International Human Genome Sequencing Consortium. (2002). Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, **409**, 860-921. <https://doi.org/10.1038/35057062>

22. International HapMap Consortium. (2003). The International HapMap Project. *Nature*, **426(6968)**, 789-796. <https://doi.org/10.1038/nature02168>
23. Wang, D., Eraslan, B., Wieland, T., Hallström, B., Hopf, T., Zolg, D. P., Zecha, J., Asplund, A., Li, L. H., Meng, C., Frejno, M., Schmidt, T., Schnatbaum, K., Wilhelm, M., Ponten, F., Uhlen, M., Gagneur, J., Hahne, H. & Kuster, B. (2019). A deep proteome and transcriptome abundance atlas of 29 healthy human tissues. *Molecular Systems Biology*, **15(2)**, e8503. <https://doi.org/10.15252/msb.20188503>
24. Bradbury, J. (2003). Human epigenome project-Up and running. *PLoS Biology*, **1(3)**, E82. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0000082>
25. Ishino, Y., Shinagawa, H., Makino, K., Amemura, M. & Nakata, A. (1987). Nucleotide sequence of the iap gene, responsible for alkaline phosphatase isozyme conversion in *Escherichia coli*, and identification of the gene product. *Journal of Bacteriology*, **169(12)**, 5429-5433. <https://doi.org/10.1128/jb.169.12.5429-5433.1987>
26. Nakata, A., Amemura, M. & Makino, K. (1989). Unusual nucleotide arrangement with repeated sequences in the *Escherichia coli* K-12 chromosome. *Journal of Bacteriology*, **171(6)**, 3553-3556. <https://doi.org/10.1128/jb.171.6.3553-3556.1989>
27. Doudna, J. A. (2020). The promise and challenge of therapeutic genome editing. *Nature*, **578(7794)**, 229-236. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-1978-5>
28. Yin, H., Xue, W., Chen, S., Bogorad, R. L., Benedetti, E., Grompe, M., Kotliansky, V., Sharp, P. A., Jacks, T. & Anderson, D. G. (2014). Genome editing with Cas9 in adult mice corrects a disease mutation and phenotype. *Nature Biotechnology*, **32**, 551-553. <https://doi.org/10.1038/nbt.2884>
29. Liang, P., Xu, Y., Zhang, X. *et al.* (2015). CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human tripronuclear zygotes. *Protein and cell*, **6(5)**, 363-372. <https://doi.org/10.1007/s13238-015-0153-5>
30. Le, T. K., Paris, C., Khan, K. S., Robson, F., Ng, W-L. & Rocchi, P. (2021). Nucleic acid-based technologies targeting coronaviruses. *Trends Biochemical Sciences*, **46(5)**, 351-365. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2020.11.010>
31. Santayana, G. (1906). *The Life of Reason: Introduction and Reason in Common Sense* (p. 172) London: Archibald Constable & CO. Ltd. <https://archive.org/details/thelifeofreasono00santuoft/page/n5/mode/2up>

650 a. C.	<ul style="list-style-type: none"> •Espartanos •Infanticídio selectivo; primeiros intentos en la erradicación de las enfermedades hereditarias.
370 a. C.	<ul style="list-style-type: none"> •Platon •“La República”: Crianza selectiva.
1859	<ul style="list-style-type: none"> •C. Darwin •Origen de las especies: Evolución por selección natural.
1865	<ul style="list-style-type: none"> •F. Galton •Eugenesia
1865	<ul style="list-style-type: none"> •G. Mendel •Leyes de la herencia. Dominancia/Recesividad.
1900	<ul style="list-style-type: none"> •H. De Vries, C. Correns, E. Von Tschermak y W. Bateson •Redescubren las Leyes de Mendel. Términos de “genética” y “alelo.”
1902	<ul style="list-style-type: none"> •A. E. Garrod •Alcaptonuria como una enfermedad genética humana recesiva.
1907-1949	<ul style="list-style-type: none"> •EU, Alemania, Inglaterra... •Uso irracional de la eugenesia.
1910	<ul style="list-style-type: none"> •T. H. Morgan •Los genes se encuentran en los cromosomas.
1944	<ul style="list-style-type: none"> •O. T. Avery, C. McLeod y M. McCarty •DNA es el material genético.
1953	<ul style="list-style-type: none"> •J. Watson, R. Franklin y F. Crick •Estructura helicoidal del DNA.
1961-66	<ul style="list-style-type: none"> •S. Ochoa, M. Warren Nirenberg, H. Gobind Khorana entre otros •Código genético.
1972	<ul style="list-style-type: none"> •W. Fiers y colaboradores •Secuencia de un gen completo.
1973	<ul style="list-style-type: none"> •S. N. Cohen, A. C. Y. Chang, H. W. Boyer, R. B. Helling •Tecnología de DNA recombinante.
1983	<ul style="list-style-type: none"> •K. B. Mullis •Técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).
2003	<ul style="list-style-type: none"> •Se publica el borrador de los resultados finales del Proyecto Genoma Humano.
2004-05	<ul style="list-style-type: none"> •Secuenciación de nueva generación (NGS).
2012	<ul style="list-style-type: none"> •J. Doudna y E. Charpentier •Sistema CRISPR-Cas9 de edición genómica.
2015	<ul style="list-style-type: none"> •P. Liang y colaboradores •Edición genética en cigotos humanos.
2017	<ul style="list-style-type: none"> •Comercialización por primera vez de una terapia génica capaz de modificar los glóbulos blancos en pacientes con leucemia.
2020	<ul style="list-style-type: none"> •Primeras vacunas de RNA para combatir la pandemia de la COVID19.

Figura 1. Acontecimientos históricos en la erradicación de enfermedades genéticas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetólise 228, 229, 232, 233

Antibiosis 76, 78, 81, 83, 85, 86

Antifungal activity 76, 79, 80, 83, 84, 85, 90, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 175, 176, 177, 179, 180, 181

B

Benzofenona 207, 209, 213, 214, 219, 224, 225, 226

Biodiesel 149, 150, 154, 162, 163, 251, 252, 253, 256, 258, 260, 261, 262, 263

C

Câncer 108, 109, 112, 113, 212

Características reprodutivas 183, 185, 199

Células planctônicas 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73

Clínica ampliada 114, 115, 116, 122, 123, 124

Combustíveis 154, 251, 252, 262, 263, 264

Covid-19 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

D

Diabrotica speciosa 265, 266, 273, 274

Dislexia 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148

Drogadição 39, 42, 44, 52

Drogas 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 126, 209, 210

Drosophila 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206

E

Electromagnetic fields 93, 94, 95, 103, 104, 105, 106

Enfermedades genéticas 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 13

Espermatozoide 95, 184, 186, 187, 189, 196, 197

Etanol 109, 149, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 188, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 260, 261, 262, 263, 264

Eugenesia 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10

F

Fatores de virulência 66, 67, 69

Fusarium graminearum 76, 77, 78, 86, 88, 89, 90, 92, 175, 178

G

Genética 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 44, 93, 202, 283, 290, 291

Genetics 7, 11, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 106, 201, 202, 203, 205

H

Hibisco 228, 229, 231, 235

Hibiscus rosa-sinensis L. 228

I

Ingeniería genética 1, 7, 8, 9, 10

Inseticida 270, 275

Interdisciplinaridade 114, 117, 118, 121, 126

Intervenção fonoaudiológica 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146

J

Jukart 109

K

K562 108, 109, 112

L

Lactobacillus 164, 165, 166, 175, 176, 178, 179, 180, 181

Leucemia 109

Levantamento taxonômico 237, 242, 247

Linfoma 109

Lipídios 149, 151, 152, 154, 155, 158, 159, 160, 161, 162, 163

M

Madurez sexual 127, 129, 131

Marcadores moleculares 15, 16, 18, 20, 21, 27, 28, 29, 33

Medidas eletrofisiológicas 139, 142

Microalga 149, 150, 151, 152, 156, 159, 160, 161, 163, 215

Micronuclei 94, 95, 97, 98, 101, 104

Mycotoxin 77, 78, 87, 89, 90, 92, 165, 166, 176, 177, 179, 180, 181

O

Octocrileno 207, 209, 213, 216, 217, 219

Óxido nítrico 67, 70, 72

P

Pez león 127, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137

Poluentes 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 227

Pragas 26, 27, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 272, 273, 274, 275

Professors 34, 35, 37

Pterois volitans 127, 128, 133, 134, 138

R

Reforma psiquiátrica 114, 115, 116, 117, 118, 122, 124, 125

Rio São Francisco 236, 238, 241, 242, 248, 249

S

Saccharomyces cerevisiae 76, 77, 78, 86, 87, 88, 89, 92, 178

Sars-Cov-2 54, 55, 61

Scenedesmus 149, 150, 151, 152, 155, 156, 159, 160, 163

Sequenciamento 14, 15, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 27, 28

T

Tiazacridínico 107, 109, 110, 111

V





Vacinação 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 64



2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br






Ano 2022



2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2022