



CAPITALISMO CONTEMPORÂNEO E POLÍTICAS EDUCACIONAIS

5

**Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Luca Vieira
Ilvanete dos Santos de Souza
(Organizadores)**

Atena
Editora

Ano 2021



CAPITALISMO CONTEMPORÂNEO E POLÍTICAS EDUCACIONAIS

5

**Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Luca Vieira
Ilvanete dos Santos de Souza
(Organizadores)**

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª 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
Profª Drª Gírlene 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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª 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. Fernando 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 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 Gonçalves 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. Adailson 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 Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza 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/UFPA
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 Fenomenologia & 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 Lívia 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
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
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

Capitalismo contemporâneo e políticas educacionais 5

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Lucas Vieira
Ilvanete dos Santos de Souza

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C244 Capitalismo contemporâneo e políticas educacionais 5 /
Organizadores Américo Junior Nunes da Silva, André
Ricardo Lucas Vieira, Ilvanete dos Santos de Souza. –
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-163-0

DOI 10.22533/at.ed.630211106

1. Educação. I. Silva, Américo Junior Nunes da
(Organizador). II. Vieira, André Ricardo Lucas (Organizador).
III. Souza, Ilvanete dos Santos de (Organizadora). IV. Título.

CDD 370

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

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.

APRESENTAÇÃO

Fomos surpreendidos em 2020 pela pandemia do novo coronavírus. Nesse entremeio de suspensão de atividades e de distanciamento social, fomos levados a (re)pensar as nossas relações e a forma de ver o mundo. Mesmo em 2021, com a aprovação do uso das vacinas no Brasil e com aplicação a passos lentos, seguimos um distanciamento permeado por angústias e incertezas: como será o mundo a partir de agora? Quais as implicações do contexto pandêmico para as questões sociais, sobretudo para a Educação no Brasil? Que políticas públicas são e serão pensadas a partir de agora em nosso país?

E é nesse lugar histórico de busca de respostas para as inúmeras problemáticas postas nesse período que estão os autores e autoras que compõe esse livro. Sabemos, partindo do que nos apresentaram Silva, Nery e Nogueira (2020, p. 100), que as circunstâncias do contexto pandêmico são propícias e oportunas para construção de reflexões sobre os diversos “aspectos relativos à fragilidade humana e ao seu processo de ser e estar no mundo, que perpassam por questões culturais, educacionais, históricas, ideológicas e políticas”. Essa pandemia, ainda segundo os autores, fez emergir uma infinidade de problemas sociais, necessitando assim, de constantes lutas pelo cumprimento dos direitos de todos.

Como assevera Santos (2020), desde que o neoliberalismo foi se impondo como versão dominante do capitalismo o mundo tem vivenciado um permanente estado de crise; onde a educação e doutrinação, o capitalismo, o colonialismo e o patriarcado são os principais modos de dominação ao nível dos Estados.

Nesse sentido, a pandemia, ainda segundo o autor anteriormente referenciado, veio apenas agravar a crise que a população tem vindo a ser sujeita. Esse movimento sistemático de olhar para as crises, postas na contemporaneidade, faz desencadear o que o que Santos (2020, p. 10) chamou de “[...] claridade pandêmica”, que é quando um aspecto dessa crise faz emergir outros problemas, como os relacionados à sociedade civil, ao Estado e as políticas públicas, por exemplo. É esse, ainda segundo o autor, um momento catalisador de mudanças sociais.

As discussões empreendidas neste livro, intitulado “**Capitalismo Contemporâneo e Políticas Educacionais**”, por terem a Educação como foco, como o próprio título sugere, torna-se um espaço oportuno de discussões e (re)pensar da Educação, considerando os diversos elementos e fatores que a inter cruzam. Na direção do apontado anteriormente, é que professoras e professores pesquisadores, de diferentes instituições e países, voltam e ampliam o olhar em busca de soluções para os inúmeros problemas postos pela contemporaneidade. É um desafio, portanto, aceito por muitas e muitos que aceitaram fazer parte dessa obra.

Os autores e autoras que constroem essa obra são estudantes, professoras

e professores pesquisadores, especialistas, mestres, mestras, doutores ou doutoras que, muitos, partindo de sua práxis, buscam novos olhares a problemáticas cotidianas que os mobilizam. Esse movimento de socializar uma pesquisa ou experiência cria um movimento pendular que, pela mobilização dos autores/autoras e discussões por eles e elas empreendidas, mobilizam-se também os leitores/leitoras e os incentiva a reinventarem os seus fazeres pedagógicos e, conseqüentemente, a educação brasileira. Nessa direção, portanto, desejamos a todos e todas uma instigante e provocativa leitura!

Américo Junior Nunes da Silva

André Ricardo Lucas Vieira

Ilvanete dos Santos de Souza

REFERÊNCIAS

SILVA, A. J. N. DA; NERY, ÉRICA S. S.; NOGUEIRA, C. A. Formação, tecnologia e inclusão: o professor que ensina matemática no “novo normal”. **Plurais Revista Multidisciplinar**, v. 5, n. 2, p. 97-118, 18 ago. 2020.

SANTOS, B. S. **A cruel pedagogia do vírus**. Coimbra: Almedina, 2020.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONSTRUÇÃO DA PROFISSIONALIDADE DE PROFESSORES EM CONTRATAÇÕES TEMPORÁRIAS SUCESSIVAS	
Jussara Cordeiro Limeira	
Shirleide Pereira da Silva Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.6302111061	
CAPÍTULO 2	9
LITERATURA INFANTIL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A ALFABETIZAÇÃO	
Jane Lima Camilo de Oliveira	
Ana Maria de Araújo Martins	
DOI 10.22533/at.ed.6302111062	
CAPÍTULO 3	20
DESAFIOS DA EDUCAÇÃO INFANTIL EM TEMPOS DE PANDEMIA	
Talita Manchini Varoli	
Caroline de Paula Martins Gonçalves	
Daiane Vanessa Alcino Scorsatto	
Marcelina Baptista da Silva Amadeu	
DOI 10.22533/at.ed.6302111063	
CAPÍTULO 4	23
A ARTE NA EDUCAÇÃO INFANTIL: A APRENDIZAGEM COM O PROTAGONISMO DA CRIANÇA	
Wanessa Pinto de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.6302111064	
CAPÍTULO 5	33
PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO: UM RELATO SOBRE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE LETRAMENTO	
Suelen Suckel Celestino	
Franciele Novaczyk Kilpinski Borré	
Patrícia Nascimento Mattos	
DOI 10.22533/at.ed.6302111065	
CAPÍTULO 6	39
ESTUDO LITERÁRIO SOBRE CURRÍCULO, APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DE PROFESSORES	
Fernando de Cristo	
Sílvia Regina Canan	
DOI 10.22533/at.ed.6302111066	
CAPÍTULO 7	48
CONCEITOS MATEMÁTICOS E SUAS DIFICULDADES NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E	

ADULTOS

Sandra Mara de Almeida Lorenzoni

Tathiana Moreira Cotta

DOI 10.22533/at.ed.6302111067

CAPÍTULO 8..... 53

A MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA PANDEMIA: COMPARTILHANDO POSSIBILIDADES PARA O ENSINO REMOTO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Djéssi Carolina Krauspenhar Reffatti

Diane Saraiva Fronza

Elizangela Weber

Mariele Josiane Fuchs

DOI 10.22533/at.ed.6302111068

CAPÍTULO 9..... 63

O ENSINO DE MATEMÁTICA NAS ESCOLAS DO CAMPO – DA FORMAÇÃO À PRÁTICA – UM ESTUDO DE CASO

Alícia Gonçalves Vásquez

Gerson Ribeiro Bacury

DOI 10.22533/at.ed.6302111069

CAPÍTULO 10..... 67

CINEMÁTICA: ANÁLISES FÍSICO – MATEMÁTICO

Esperanza Lucila Hernández Angulo

Jader Alves do Couto

Ana Carolina Nascimento Spanhol

Marcelo Melo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.63021110610

CAPÍTULO 11..... 77

A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS MATEMÁTICOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Claudene Ferreira Mendes Rios

DOI 10.22533/at.ed.63021110611

CAPÍTULO 12..... 89

PERCEPÇÕES INICIAIS DAS ANÁLISES DE ABORDAGENS METODOLÓGICAS SOBRE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO MÉDIO

Priscila Miranda Engelhardt

Ana Fanny Benzi de Oliveira Bastos

DOI 10.22533/at.ed.63021110612

CAPÍTULO 13..... 101

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NO IFPI – CAMPUS PICOS

Híngridy Hiorranny de Sousa

Francisco Júnior Coelho Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.63021110613

CAPÍTULO 14.....	106
FORMAÇÃO EM HABILIDADES EM CIÊNCIAS DE PROFESSORES DA REDE DO ENSINO PÚBLICO	
Marcela Elena Fejes	
Vanessa Alvares dos Santos	
Derick Eleno Correia de Souza	
Sílvia Adriana Leandro Gomes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.63021110614	
CAPÍTULO 15.....	117
A ESCOLA E O PATRIMÔNIO AMBIENTAL: A PERCEPÇÃO DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE OS CERROS DE BAGÉ	
Camila de Munhós Concilio	
Vania Elisabeth Barlette	
DOI 10.22533/at.ed.63021110615	
CAPÍTULO 16.....	123
AMBIENTES IMERSIVOS NA EDUCAÇÃO: UMA AULA DE CIÊNCIAS EXPLORANDO OS PLANETAS EM REALIDADE VIRTUAL	
Victor Hugo Körting de Abreu	
Márcia Gonçalves de Oliveira	
Vanessa Battestin	
DOI 10.22533/at.ed.63021110616	
CAPÍTULO 17.....	138
O PAPEL DA DISCIPLINA DE PRÁTICA DE ENSINO EM CURSOS DE LICENCIATURA: O CASO DA LICENCIATURA EM FÍSICA DO IFSP - CAMPUS VOTUPORANGA	
Ivair Fernandes de Amorim	
Eduardo Rogério Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.63021110617	
CAPÍTULO 18.....	150
SIMULADOR DE DEFEITOS EM PARTIDAS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS	
Marcos Antonio Andrade Silva	
Poliana Silva	
Pedro Henrique Rodrigues	
Rita de Cássia Barbosa da Silva	
Ricardo Maia Costa	
DOI 10.22533/at.ed.63021110618	
CAPÍTULO 19.....	161
<i>Escherichia coli</i> ENTEROTOXIGÊNICA: UMA BREVE REVISÃO	
Taisson Kroth Thomé da Cruz	
Manoel Francisco Mendes Lassen	
Inaiara Rosa de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.63021110619	

CAPÍTULO 20.....	170
HISTOLOGIA EM FORMATO DE QUIZ ON-LINE, UMA ABORDAGEM PARA AUXILIAR O ESTUDO PRÁTICO DA DISCIPLINA	
John Lennon de Paiva Coimbra	
Fernanda Guimaraes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.63021110620	
CAPÍTULO 21.....	183
ESTUDO ANALÍTICO DA ESTABILIDADE LINEAR DO PROBLEMA RESTRITO DOS QUATRO CORPOS	
Clesio Carlos Souza Nascimento	
Gerson Cruz Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.63021110621	
CAPÍTULO 22.....	194
MODELO DIDÁTICO E TÉCNICA DO AUTÓDROMO NO ENSINO DE MALÁRIA	
Gabrielle Cristina de Melo Oliveira	
Anna Luiza Macedo Silva	
Kaely Moraes dos Santos	
Amanda Millena de Sousa Reis	
Marlúcia da Silva Bezerra Lacerda	
DOI 10.22533/at.ed.63021110622	
CAPÍTULO 23.....	200
AÇÕES PARA FORTALECIMENTO DA OLIMPÍADA PARANAENSE DE QUÍMICA	
Aline da Silva Imberti	
Maurici Luzia Charnevski Del Monego	
Larissa Kummer	
DOI 10.22533/at.ed.63021110623	
CAPÍTULO 24.....	207
ENTREVISTA COM CLIENTE: ABORDAGEM DA LEITURA COMPORTAMENTAL NO ENSINO DE ARQUITETURA DE INTERIORES RESIDENCIAL	
Simone Menezes Mendes	
Germana de Lima Girão Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.63021110624	
CAPÍTULO 25.....	210
PÓS-GRADUAÇÃO NO CAMPO JURÍDICO: DESAFIOS E PERSPECTIVAS	
Nayala Nunes Duailibe	
Guilherme Soares Vieira	
Idelci Ferreira de Lima	
Lilainne Carvalho de Sousa Magela	
Luciano do Valle	
Marina Teodoro	
Pedro Henrique Oliveira	
Valdivino José Ferreira	

Vitor Martins Cortizo

DOI 10.22533/at.ed.63021110625

SOBRE OS ORGANIZADORES	220
ÍNDICE REMISSIVO.....	222

ESTUDO ANALÍTICO DA ESTABILIDADE LINEAR DO PROBLEMA RESTRITO DOS QUATRO CORPOS

Data de aceite: 01/06/2021

Clesio Carlos Souza Nascimento

Universidade Federal de Sergipe
São Cristovão-Sergipe

<http://lattes.cnpq.br/3049212988921981>

Gerson Cruz Araújo

Universidade Federal de Sergipe
São Cristovão-Sergipe

<http://lattes.cnpq.br/8053494320767459>

RESUMO: O presente artigo acadêmico tem como objetivo estudar o movimento descrito por um corpo de massa infinitesimal, submetido unicamente à ação gravitacional Newtoniana de outros três corpos, onde dois desses corpos têm massa μ e orbitam um terceiro corpo de massa $1-2\mu$, numa órbita circular. Para fazer o estudo da trajetória descrita pelo corpo de massa desprezível, encontraremos a priori o sistema de equações do movimento, as quais regem o movimento deste corpo, e os respectivos pontos de equilíbrio desse sistema. Após isso, encontraremos o sistema hamiltoniano correspondente, seus respectivos pontos de equilíbrio, e por fim estudaremos a natureza desses pontos de equilíbrio. Sabendo a natureza destes pontos de equilíbrio, por meio da descrição feita por Liapunov, saberemos também a estabilidade de cada ponto de equilíbrio do problema, e com isso, conseguiremos descrever o movimento do corpo, pois já teremos suas equações do movimento, e saberemos como ele se comporta próximo aos pontos de equilíbrio.

PALAVRAS-CHAVE: Estabilidade; Hamiltoniano;

Soluções de Equilíbrio.

ANALYTICAL STUDY OF THE LINEAR STABILITY OF THE RESTRICTED PROBLEM OF THE FOURBODIES

ABSTRACT: This academic article aims to study the movement described by an infinitesimal mass body, submitted only to the Newtonian gravitational action of three other bodies, where two of these bodies have mass μ and orbit a third body of mass $1-2\mu$, in a circular orbit. In order to study the trajectory described by the body of negligible mass, we will find a priori the system of equations of motion, which govern the movement of this body, and the respective points of balance of that system. After that, we will find the corresponding Hamiltonian system, its respective equilibrium points, and finally we will study the nature of these equilibrium points. Knowing the nature of these balance points, through Liapunov's description, we will also know the stability of each balance point of the problem, and with that, we will be able to describe the movement of the body, as we will already have its equations of movement, and we will know how it behaves close to the balance points.

KEYWORDS: Stability; Hamiltonian; Balance Solutions.

1 | INTRODUÇÃO

A Mecânica Celeste é uma das principais áreas da matemática e sem dúvida também uma das mais antigas. Hoje o estudo na área da Mecânica Celeste é tão amplo que

atinge praticamente todos os ramos da matemática, aceitando quaisquer dos enfoques matemáticos (matemática pura e matemática aplicada). Em particular, as Equações Diferenciais Ordinárias tem ainda um grande campo de estudo para os problemas de dinâmica. Alguns problemas específicos da Mecânica Celeste, por proporcionarem aos estudiosos do tema uma fartura teórica considerável, se eternizaram na área e recebem o nome de problemas clássicos, em suma, o problema dos dois corpos e o problema restrito dos três corpos. Mesmo antigos tais problemas, a exemplo das configurações centrais, ainda são fonte de muita pesquisa do mais alto nível. Problemas mais recentes como o problema do Equilíbrio relativo dos quatro corpos vêm sendo exaustivamente estudados por diversos grupos de pesquisa, trazendo um enorme benefício para diversas áreas da matemática, em especial para a Mecânica Celeste e Sistemas Dinâmicos.

O presente plano de trabalho desenvolve o estudo da estabilidade das soluções relativas no problema restrito dos quatro corpos, mais concretamente, trata sobre sistemas lineares, sistemas Hamiltonianos do Problema dos Quatro Corpos, que é um Sistema Hamiltoniano não linear. A priori, consideraremos três corpos no plano, os quais denominaremos de primários. As massas desses primários são m_0 , m_1 e m_2 . Para a formulação do problema, tomaremos $m_1 = m_2$ e que os primários com massas m_1 e m_2 orbitam o primário de massa m_0 em uma órbita circular e se encontram em lugares simétricos em relação ao corpo de massa m_0 , ou seja, os corpos de massa m_1 e m_2 sempre distam o diâmetro da circunferência descrita pela órbita destes. Consideraremos um outro corpo de massa m_3 que se move no mesmo plano que os outros três corpos. Tomaremos esse corpo de forma que sua massa não seja considerável a ponto de mudar a trajetória dos outros corpos perante a força gravitacional Newtoniana.

Nosso problema restrito circular planar, consiste em descrever o movimento do quarto corpo, onde a única força exercida no problema seja a força de atração gravitacional newtoniana. Veja que podemos utilizar este problema para descrever a trajetória de um satélite, influenciado pela ação gravitacional newtoniana da terra, lua e sol. Claro que as restrições são diferentes, mas veja que o satélite seria o corpo de massa infinitesimal, e a terra, lua e sol seriam os primários do problema.

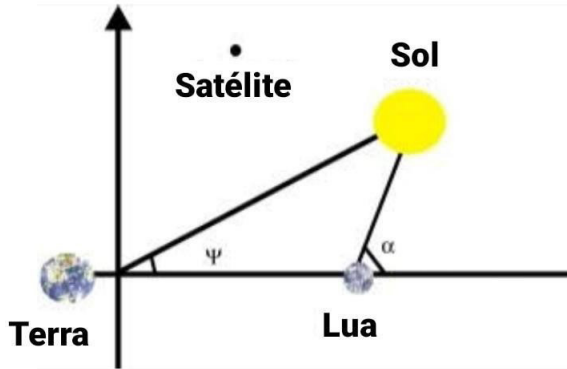


Figura 1: Satélite sob influência gravitacional da terra, lua e sol.

Fonte: Ilustração autoral.

21 AS EQUAÇÕES DO MOVIMENTO EM COORDENADAS SIDERAIS E SINÓDICAS

Consideraremos um sistema de referência inercial, onde as coordenadas do corpo de massa m_3 são (X, Y) . Este sistema é conhecido como sideral e nele os eixos estão parados enquanto os corpos se movem no plano orbital. Neste sistema os primários de massa m_1 e m_2 se movem em uma órbita circular de raio "a" e com velocidade angular "n", e o corpo de massa m_0 se encontra no centro de massa do sistema o qual coincide com a origem. Como \mathbb{R}^2 possui um isomorfismo com os complexos \mathbb{C} , escrevendo as posições em variáveis complexas, teremos que as posições dos corpos serão:

$Z_0 = 0$ é a posição do corpo de massa m_0 .

$Z_1 = ae^{int^*}$ é a posição do corpo de massa m_1 .

$Z_2 = ae^{i(nt^*+\pi)}$ é a posição do corpo de massa m_2 .

$Z = X+iY$ será a posição do corpo de massa infinitesimal m_3 .

Onde t^* é o tempo.

A força gravitacional exercida pelos corpos de massas m_0 , m_1 e m_2 sobre o corpo de massa m_3 , são respectivamente F_0 , F_1 e F_2 , onde

$$F_i = -k^2 \left[\frac{m_3 m_i (Z - Z_i)}{|Z - Z_i|^3} \right] \quad i = 0, 1, 2.$$

Daí segue que a força total do sistema será $F = F_0 + F_1 + F_2$. Por outro lado sabemos que força é igual a massa vezes aceleração. Donde segue que a força total do sistema será $F = \ddot{Z} \cdot m_3$. Igualando as forças e cancelando m_3 em ambos os lados, obtemos que:

$$\ddot{Z} = -k^2 \left[\frac{m_0 Z}{|Z|^3} + \frac{m_1 (Z - ae^{int^*})}{|Z - ae^{int^*}|^3} + \frac{m_2 [Z - ae^{i(nt^*+\pi)}]}{|Z - ae^{i(nt^*+\pi)}|^3} \right] \quad (1)$$

onde \ddot{Z} denota segunda derivada de Z com relação a t^* e k^2 é a constante

gravitacional Newtoniana.

Agora introduziremos um novo sistema de referência denominado sinódico. Neste sistema os eixos de coordenadas giram em mesmo sentido e com velocidade angular igual a dos primários. O grande trunfo de usar este sistema, é que neste referencial os primários sempre estarão parados, ou seja, é removida a dependência do tempo dos primários. A posição do corpo de massa infinitesimal nesse novo sistema será (q, r) . Multiplicando (q, r) pela matriz de rotação sugerida temos:

$$\begin{cases} X = q\cos(nt^*) - r\sin(nt^*) \\ Y = q\sin(nt^*) + r\cos(nt^*) \end{cases}$$

Daí, como $Z = X + iY$, temos que $Z = (q+ir) e^{int^*}$. Fazendo $L = q + ir$, teremos que $Z = L e^{int^*}$, o que implica que

$$\ddot{Z} = (\ddot{L} + 2in\dot{L} - Ln^2)e^{int^*} \quad (2)$$

Igualando (1) e (2), e arrumando de modo que possamos igualar parte real e parte imaginária, ficamos com o seguinte sistema:

$$\begin{cases} \ddot{q} - 2n\dot{r} = F_q \\ \ddot{r} + 2n\dot{q} = F_r \end{cases} \quad (3)$$

onde

$$F(q, r) = \frac{n^2 q^2}{2} + \frac{n^2 r^2}{2} + k^2 \left[\frac{m_0}{(q^2 + r^2)^{1/2}} + \frac{m_1}{[(q-a)^2 + r^2]^{1/2}} + \frac{m_2}{[(q+a)^2 + r^2]^{1/2}} \right].$$

Consideraremos agora as seguintes transformações:

$$x = \frac{q}{a}, \quad y = \frac{r}{a}, \quad t = nt^*$$

$$\mu_0 = \frac{4m_0}{m_2 + 4m_0}, \quad \mu_1 = \mu_2 = \frac{m_1}{2(m_1 + 4m_0)} = \frac{m_2}{2(m_2 + 4m_0)}$$

$$H_0 = \frac{P_0}{a}, \quad H_1 = \frac{P_1}{a}, \quad H_2 = \frac{P_2}{a}$$

onde

$$P_0 = \sqrt{r^2 + q^2}, \quad P_1 = \sqrt{(q-a)^2 + r^2}, \quad P_2 = \sqrt{(q+a)^2 + r^2}.$$

Substituindo as mudanças e alterações feitas, em (3), ficamos com o seguinte:

$$\Rightarrow \begin{cases} \ddot{x} - 2\dot{y} = x - k^2 \left(\frac{m_0 + 4m_1}{n^2 a^3} \right) \left[\frac{\mu_0 x}{4H_0^3} + \frac{2\mu_1(x-1)}{H_1^3} + \frac{2\mu_1(x+1)}{H_2^3} \right] \\ \ddot{y} + 2\dot{x} = y - k^2 \left(\frac{m_0 + 4m_1}{n^2 a^3} \right) \left[\frac{\mu_0 y}{4H_0^3} + \frac{2\mu_1 y}{H_1^3} + \frac{2\mu_1 y}{H_2^3} \right] \end{cases} \quad (4)$$

O equilíbrio entre a força gravitacional e a força centrípeta requer que:

$$\frac{k^2(m_2 + 4m_0)}{a^3 n^2} = 4 \quad (5)$$

Substituindo (5) em (4) temos:

$$\begin{cases} \ddot{x} - 2\dot{y} = x - 4 \left[\frac{\mu_0 x}{4H_0^3} + \frac{2\mu_1(x-1)}{H_1^3} + \frac{2\mu_1(x+1)}{H_2^3} \right] \\ \ddot{y} + 2\dot{x} = y - 4 \left[\frac{\mu_0 y}{4H_0^3} + \frac{2\mu_1 y}{H_1^3} + \frac{2\mu_1 y}{H_2^3} \right] \end{cases} \quad (6)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \ddot{x} - 2\dot{y} = \phi_x \\ \ddot{y} + 2\dot{x} = \phi_y \end{cases} \quad (7)$$

onde

$$\phi(x,y) = \frac{y^2}{2} + \frac{x^2}{2} + \frac{8\mu_1}{[(x-1)^2 + y^2]^{1/2}} + \frac{8\mu_2}{[(x+1)^2 + y^2]^{1/2}} + \frac{\mu_0}{[x^2 + y^2]^{1/2}}.$$

Como $\mu_0 + 2\mu_1 = 1$ e $\mu = \mu_1 = \mu_2$, temos $\mu_0 = 1 - 2\mu$. Daí, substituindo na função $\phi(x, y)$, teremos que:

$$\phi(x,y) = \frac{x^2 + y^2}{2} + \frac{8\mu}{P_1} + \frac{8\mu}{P_2} + \frac{1 - 2\mu}{P_0}$$

com $\mu \in [0, 1/2]$.

3 I OS PONTOS DE EQUILÍBRIO

Foram calculados as soluções de equilíbrio das equações do movimento as quais coincidem com os pontos de equilíbrio da função $\phi(x, y)$. Foram obtidos seis pontos de equilíbrio L_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ os quais satisfazem as seguintes propriedades:

- 1) Os pontos de equilíbrio $L_i(\mu)$, $i = 5, 6$, são simétricos com relação ao ponto $(0,0)$ e formam com os pontos $(-1,0)$ e $(1,0)$ os vértices de dois triângulos isósceles, cujas alturas são funções crescentes de μ e satisfazem:

$$-\sqrt{3} \leq L_6(\mu) \leq -1 \leq 1 \leq L_5(\mu) \leq \sqrt{3}.$$

2) Os pontos críticos $L_1(\mu)$ e $L_2(\mu)$, são colineares com as massas (m_0, m_1, m_2) , dispostos de maneira simétrica com relação ao ponto $(0, 0)$ e suas distancias a origem são funções decrescentes de μ , e satisfazem:

$$-1 \leq L_2(\mu) \leq 0 \leq L_1(\mu) \leq 1$$

3) Os pontos críticos $L_3(\mu)$ e $L_4(\mu)$, são colineares com as massas (m_0, m_1, m_2) , dispostos de maneira simétrica com relação ao ponto $(0, 0)$ e suas distancias a origem são funções crescentes de μ , e satisfazem:

$$L_4(\mu) \leq -1 \leq 1 \leq L_3(\mu)$$

4) Quando $\mu=0$, os seis pontos críticos assumem os seguintes valores:

$$L_1 = L_3 = (1, 0), L_2 = L_4 = (-1, 0), L_5 = (0, 1), L_6 = (0, -1).$$

5) Quando $m_0 = m_1 = m_2$, temos que $x_1 = -x_2 = 0,494666491\dots, x_3 = -x_4 = 1,7576799\dots$ e $y_5 = -y_6 = 1,139428225\dots$.

6) Quando $\mu=1/2$ temos que $L_1 = L_2 = (0, 0), L_3 = (x_3, 0), L_5 = (0, \sqrt{3}), L_4 = (x_4, 0), L_6 = (0, -\sqrt{3})$, onde, $x_4 = -x_3 = 2,396812289\dots$.

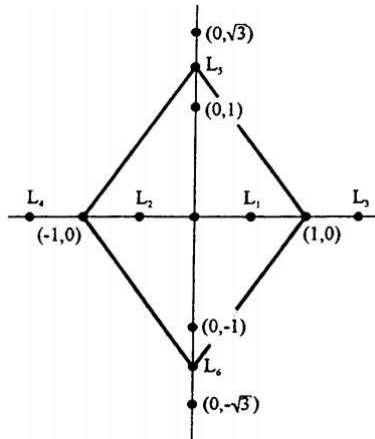


Figura 2: Soluções de equilíbrio relativo.

Fonte: Trabalho de Dante Leal Maranhão, referencia do em [6].

Analisando a dinamicidade do problema, estas soluções serem de equilíbrio significa dizer que colocando a massa infinitesimal m_3 no ponto de equilíbrio relativo, com velocidade relativa nula, ela permanecerá sempre neste ponto.

4 I NATUREZA DOS PONTOS DE EQUILÍBRIO

Agora escreveremos as equações do movimento na sua forma hamiltoniana, calcularemos as soluções de equilíbrio do sistema hamiltoniano correspondente e a natureza dessas soluções de equilíbrio. A mudança de coordenadas

$$x_1 = x$$

$$x_2 = y$$

$$y_1 = \dot{x} - y$$

$$y_2 = \dot{y} + x$$

converte no sistema hamiltoniano

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = H_{y_1} \\ \dot{x}_2 = H_{y_2} \\ \dot{y}_1 = -H_{x_1} \\ \dot{y}_2 = -H_{x_2}. \end{cases} \quad (8)$$

onde

$$H = \frac{y_1^2 + y_2^2}{2} + y_1 x_2 - y_2 x_1 - U(x_1, x_2)$$

com $U(x, y)$ sendo

$$U(x, y) = \frac{8\mu}{P_1} + \frac{8\mu}{P_2} + \frac{1-2\mu}{P_0}.$$

A função $H : E \rightarrow \mathbb{R}^2$, induz o campo vetorial $X_H = (H_{y_1}, H_{y_2}, -H_{x_1}, -H_{x_2})$. Um ponto p e E é dito ponto de equilíbrio do sistema (8), quando $X_H(p)=0$. De (8) e da expressão obtida para a função hamiltoniana H , segue que um ponto de equilíbrio (x_1, x_2, y_1, y_2) de (8) é dado por $(x_1, x_2, -x_1, -x_2)$, onde x_1 e x_2 satisfazem

$$\phi_{x_1}(x_1, x_2) = 0 \text{ e } \phi_{x_2}(x_1, x_2) = 0.$$

Portanto cada um dos seis pontos críticos de $\phi(x, y)$ nos dá uma solução de equilíbrio para o sistema hamiltoniano (8). A matriz da parte linear do sistema (8) é:

$$H = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \\ -1 + \phi_{x_1 x_1} & \phi_{x_1 x_2} & 0 & 1 \\ \phi_{x_2 x_1} & -1 + \phi_{x_2 x_2} & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

O polinômio característico dessa matriz será:

$$|H - tI| = t^4 + (4 - \phi_{x_1x_1} - \phi_{x_2x_2})t^2 + \phi_{x_1x_1}\phi_{x_2x_2} - (\phi_{x_1x_2})^2.$$

De acordo com os resultados vistos no trabalho “Stability of equilibria and fixed points of conservative systems” de Hidelberto Cabral, sobre natureza dos pontos de equilíbrio de um sistema Hamiltoniano qualquer, podemos descrever a natureza desses pontos de equilíbrio de acordo com os autovalores. Verifica-se facilmente que nos pontos de equilíbrio colineares, $L_i; i=1, \dots, 4$, quando $\mu = 0$

$$\phi_{x_1x_1}(L_i) = 3, \quad \phi_{x_1x_2}(L_i) = 0, \quad \phi_{x_2x_2}(L_i) = 0.$$

Substituindo no polinômio característico, temos que as suas raízes nestas condições são $t_{1,2}=0$, $t_3=i$ e $t_4=-i$. Portanto, os pontos de equilíbrio colineares correspondem a centro parabólicos, quando $\mu = 0$.

Para $\mu \in (0, 1/2]$ temos as seguintes relações

$$\phi_{x_1x_1}(L_i) > 0, \quad \phi_{x_1x_2}(L_i) = 0, \quad \phi_{x_2x_2}(L_i) < 0.$$

Daí segue que as raízes do polinômio característico serão duas reais t_1 e t_2 , e duas imaginárias t_3 e t_4 . Donde segue que para $\mu \in (0, 1/2]$, os pontos de equilíbrio colineares são sela centro.

Faremos agora o estudo para os pontos de equilíbrio triangulares L_5 e L_6 . Para estes pontos temos que:

$$\phi_{x_1x_2}(L_i) = 0, \quad \phi_{x_1x_1}(L_i) + \phi_{x_2x_2}(L_i) = 3.$$

Daí o polinômio característico adquire a forma $P_\delta(t) = t^4 + t^2 + \beta$, onde $\beta = \phi_{x_1x_1}\phi_{x_2x_2}$.

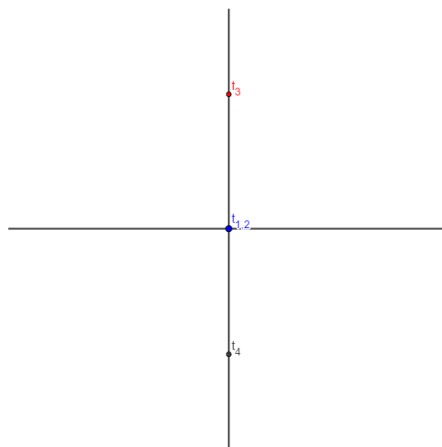


Figura 3: Centro parabólico.

Fonte: Ilustração autoral.

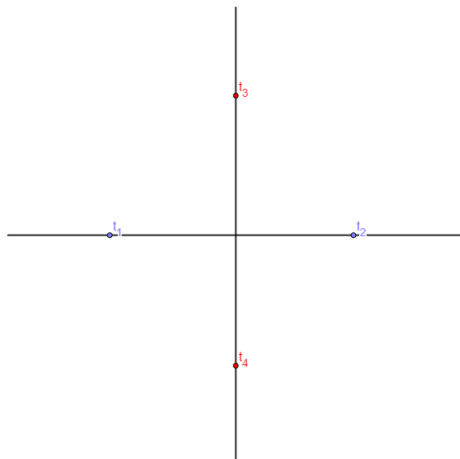


Figura 4: Sela Centro.

Fonte: Ilustração autoral.

Quando $\mu = 0$, segue que $\Phi_{x_1 x_1}(L_\mu) = 0$, o que implica que $\beta = 0$. Daí as raízes do polinômio característico serão $t_{1,2} = 0$, $t_3 = i$ e $t_4 = -i$. Portanto, os pontos de equilíbrio são centro parabólicos do sistema hamiltoniano (8).

Para $\mu \in (0, 1/2]$ foi provado que existe um único μ_0 tal que $\beta(\mu_0) = \frac{1}{4}$. O que faz com que, para $0 < \mu < \mu_0$ as raízes do polinômio característico são $t_1 = -t_2$ e $t_3 = -t_4$, onde todas são números imaginários puros. Daí segue que os pontos de equilíbrio triangulares, para $0 < \mu < \mu_0$, são centro genéricos.

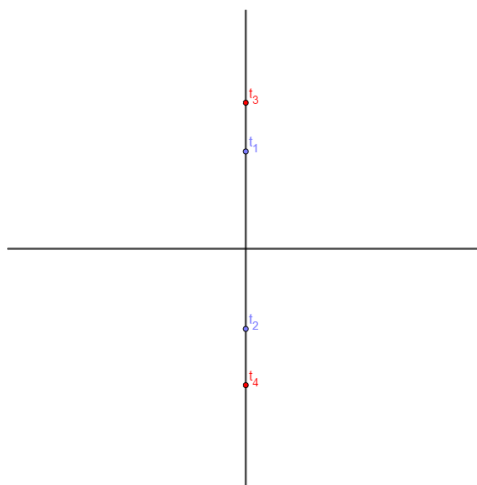


Figura 5: Centro Genérico.

Fonte: Ilustração autoral.

Fazendo $\mu = \mu_0$, temos que $\beta(\mu_0) = 1/4$, donde segue que as raízes do polinômio característico são $t_1 = t_3 = i\frac{\sqrt{2}}{2}$ e $t_2 = t_4 = -i\frac{\sqrt{2}}{2}$. Daí, os pontos de equilíbrio triangulares são centro degenerados do sistema hamiltoniano (8).

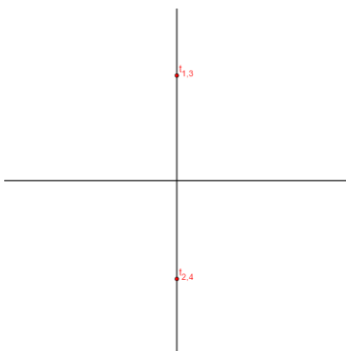


Figura 6: Centro Degenerado.

Fonte: Ilustração autoral.

Quando $\mu_0 < \mu \leq 1/2$, segue de forma analoga às outras que os pontos de equilíbrio adquirem a seguinte forma $t_1 = a + bi$, $t_2 = -a + bi$, $t_3 = -a - bi$ e $t_4 = a - bi$. Portanto os pontos de equilíbrio triangulares são sela complexa do sistema hamiltoniano (8).

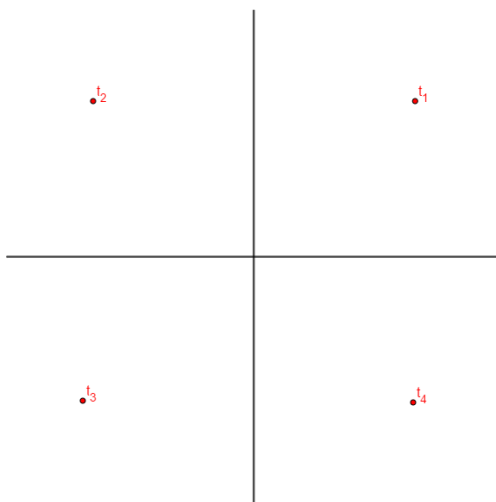


Figura 7: Sela Complexa.

Fonte: Ilustração autoral.

51 CONCLUSÕES

A questão vinculada ao estudo da natureza das soluções de equilíbrio, é o estudo da estabilidade descrita por Liapunov. Esse estudo é de suma importância para sabermos, se ao colocarmos o corpo de massa m_3 , com velocidade relativa nula, perto o suficiente de um ponto de equilíbrio L_p , se ele permanecerá assim. Se o ponto de equilíbrio for estável, isto acontecerá, caso não seja, se o ponto for instável em algum momento o corpo ficará distante do ponto. Seguindo a descrição feita por Liapunov, que pode ser encontrada no trabalho “Estudi del flux d’un problem restringit de quatre cossos” de Dante Leal Maranhão, podemos estabelecer a relação entre a natureza dos pontos de equilíbrio e sua estabilidade, isto é feito da seguinte forma: Se uma posição de equilíbrio L_j é estável então os autovalores da parte linear do sistema são todos imaginários puros. Portanto se existe um autovalor com parte real diferente de zero, a posição de equilíbrio é instável. Como consequência do que foi descrito acima, segue que:

1 Para $\mu = 0$, todas as soluções de equilíbrio são estáveis.

2 Quando $\mu \in (0, 1/2]$ as soluções de equilíbrio colineares são instáveis para o sistema linear e consequentemente para o sistema(8).

3 Para $\mu \in (0, \mu_0]$, as soluções de equilíbrio triangulares são estáveis.

4 Para $\mu \in (\mu_0, 1, 2]$ as soluções de equilíbrio triangulares são instáveis, tanto para o sistema linearizado quanto para o original, pois todos os autovalores possuem parte real não nula.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, V. I. **Mathematical methods of classical mechanics**. New York: Springer- Verlag, 1978.

ARNOLD, V. I. **Small divisor problems in classical and celestial mechanics**. Russ. Math. Surv., [S.I.], v.18, p.936, 1963.

BIRKHOFF, G. D. **Dynamical systems**. Providence, 1927. (Amer. Math. Soc. Colloq.;9).

CABRAL, H. E., MEYER, K. R. **Stability of equilibria and fixed points of conservative systems**. Nonlinearity, [S.I.], v.12, p.13511362, 1999.

CABRAL, H. E., DIACU, F. **Classical and Celestial Mechanics - The Recife Lectures**. Princeton University Press, Princeton and Oxford, 2002.

MARANHÃO, Dante Leal. **Estudi del flux d’un problem restringit de quatre cossos**. Tese de doutorado. Universitat Autònoma de Barcelona, 1995.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alfabetização 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 220

Ambientes imersivos 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 133, 136

Análise comportamental 207, 209

Aprendizagem 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 25, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 68, 69, 70, 75, 77, 78, 82, 83, 86, 87, 88, 91, 92, 93, 97, 99, 108, 109, 110, 123, 124, 125, 126, 127, 135, 136, 137, 138, 140, 143, 148, 151, 152, 160, 170, 171, 172, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 194, 195, 196, 198, 199, 217

Arte 10, 12, 15, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 113, 129, 135, 206

C

Capacitação em serviço 106

Ciências 25, 39, 44, 49, 66, 67, 75, 76, 84, 88, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 115, 123, 125, 133, 136, 151, 168, 170, 172, 173, 174, 181, 194, 195, 196, 202, 203, 206, 211, 212, 215, 217, 220, 221

Cinemática 67, 68, 69, 75

Conceitos matemáticos 48, 49, 52, 57, 60, 80, 84

Conscientização ambiental 101, 104

Criança 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 38, 40, 41, 45, 47, 57, 58, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Criatividade 10, 12, 15, 18, 20, 22, 23, 24, 27, 28, 30, 44, 46, 136, 206

Currículo 6, 10, 18, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 55, 65, 75, 93, 95, 114, 138, 140, 141, 149

D

Diarreia 161, 162, 163, 164

E

Educação de jovens e adultos 48, 49, 50, 220, 221

Educação do campo 63, 64, 65, 221

Educação infantil 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 45

Ensino 2, 3, 4, 6, 9, 10, 12, 17, 18, 25, 28, 30, 32, 33, 34, 38, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 78, 82, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 99, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 115, 117, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 133, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 160, 171, 172, 173, 175, 177, 179, 180, 181, 182, 194, 195, 196, 198,

199, 200, 202, 203, 207, 209, 211, 212, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221

Ensino-aprendizagem 38, 49, 50, 55, 92, 97, 99, 140, 172, 179, 180, 181, 194, 195, 196, 198

Ensino de ciência 195

Ensino de física 67, 68, 138, 143, 144, 146, 147, 148, 149

Ensino médio 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 99, 110, 142, 200, 202

Ensino remoto 53, 55

Enterotoxinas 161, 162, 163, 164, 165

Estabilidade 4, 70, 183, 184, 193

ETEC 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168

F

Fatores de colonização 161, 162, 163, 164, 165

Física 44, 61, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 84, 124, 127, 132, 138, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 160

Formação de professores 32, 39, 40, 42, 47, 52, 53, 62, 63, 64, 67, 77, 116, 138, 139, 140, 141, 142, 149, 220

G

Geração 3, 9, 10, 11, 46, 55, 101, 102, 104, 125, 132

Gerenciamento de resíduos 101, 102, 104, 105

H

Hamiltoniano 183, 184, 189, 190, 191, 192

Histologia 170, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 180, 181, 182

L

Leitura 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 34, 35, 37, 40, 50, 92, 98, 106, 108, 112, 124, 129, 131, 133, 135, 207, 208

Lúdico 9, 16, 33, 34, 57, 135, 194, 195, 197, 199

M

Manual de orientação 101, 103

Mapas conceituais 48, 49, 50, 51, 67, 70, 71, 74, 75

Matemática 18, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 99, 100, 110, 111, 183, 184, 206, 220, 221

Mensagens 9

Metodologia de pesquisa 48, 89, 90, 94, 97, 98, 219

Metodologias alternativas 194, 195, 199

O

Oficina 21, 53, 96

Olimpíadas científicas 200

P

Parasitose 194, 195, 196, 197, 198, 199

Prática de ensino 138, 139, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149

Práticas com o ensino de matemática 63

Precarização do trabalho docente 1

Professores da rede pública 106, 109, 116

Professor temporário 1

Profissionalidade docente 1, 2, 4, 6, 8

Projeto de interiores residencial 207, 208

Protagonismo 23, 53, 56, 126, 127, 135, 199

Psicologia ambiental 207, 208

Q

Química 101, 102, 103, 105, 143, 200, 203, 204, 205, 206

R

Realidade virtual 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136

Reinventar 28, 53, 61

Resolução de problemas 60, 70, 75, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 206

S

Sequencia didática 67, 68, 75

Simulador de defeitos 150, 151, 152, 157, 160

Sistema solar 123, 124, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136

Socialização 9, 21, 57, 59, 61, 77, 81, 82, 110

Soluções de equilíbrio 187, 188, 189, 193


T


Tecnologia de comunicação e informação 170

Tecnologias educacionais 123, 172

CAPITALISMO CONTEMPORÂNEO E POLÍTICAS EDUCACIONAIS

5

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora


 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


 **Atena**
Editora

Ano 2021

CAPITALISMO CONTEMPORÂNEO E POLÍTICAS EDUCACIONAIS

5

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora

Ano 2021