

JOHN LUCAS ALVES FERNANDES DA SILVA  
FRANCISCO GILDEMBERGUE ALVES DE ARAÚJO  
LUIZ ALBERTO DE SOUZA

# CIÊNCIAS EXATAS

diálogos entre pesquisas e práticas



## DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o capítulo **Uma plataforma para aprendizagem por simulação computacional à Matemática e Ciências Naturais com auxílio de IA** de autoria de José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva foi aprovado Conselho Editorial da V&V Editora e encontra-se publicado no livro “**Ciências Exatas: diálogos entre pesquisas e práticas**”, organizado por John Lucas Alves Fernandes da Silva, Francisco Gildembergue Alves de Araújo e Luiz Alberto de Souza.

Informamos que o livro se encontra-se in press e tem previsão de publicação o segundo semestre de 2025. A obra tem prefixo o registro ISBN:978-65-6063 e prefixo DOI do capítulo 10.47247/JLFS.

Santo André, 10 de setembro de 2025.



Prof. Dra. Marilena Rosalen  
Coordenadora Editorial  
V&V Editora

Arquivo HTML e bot personalizado para códigos JavaScript voltados à produção de objetos interativos em Matemática e Ciências Naturais

José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva

Depto. de Bioquímica, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG

**palavras-chave:** ensino reproduzível, pensamento computacional, aprendizagem baseada em simulação, gráficos interativos, inteligência artificial

## Resumo

Uma das barreiras ao aprendizado em Matemática e Ciências Naturais consiste no estímulo ao estudo de conteúdos específicos diante da discrepância entre os recursos tradicionais de sala de aula e as tecnologias digitais imersivas ao alcance da ponta dos dedos. Este capítulo apresenta uma proposta de integração por meio de um simulador interativo ([JSPlotly](#)) para simulação de fenômenos naturais e matemáticos, e um gerador de seus códigos *JavaScript* por bot personalizado ([GSPlotly](#)), formando uma plataforma ao ensino-aprendizagem de conteúdos didáticos por simulação mediada por códigos. O aplicativo obtido junto ao site [Bioquanti](#), constitui-se em um único arquivo HTML (<30 kB) com licença CC-BY-NC-SA. Permite criar, modificar e compartilhar gráficos 2D/3D bem como animações e objetos multimidiáticos de forma reproduzível em desktop ou dispositivos móveis, com design responsivo e integração em ambientes virtuais de aprendizagem.

## 1 Tecnologia digital e o Plano Nacional de Educação: ontem e amanhã

A Lei no. 13.005 do Plano Nacional de Educação (PNE) em curso, promulgada em 25 de junho de 2014 e prorrogada até 2026 (Brasil, 2014), estabeleceu 10 diretrizes fundamentais e 20 metas e estratégias específicas a cumprir-se nos últimos 10 anos. Entre essas estratégias, o fomento de tecnologia digital e conectividade ampliada para a rede de ensino pública em todos os seus níveis e modalidades é referenciada de modo que hoje nos parece discreto mas justificável, posto abordar questões tecnológicas da década de nascimento do assistente de voz Alexa, do iPhone 5, do Windows 8, da aquisição do Instagram pelo Facebook, e da abertura de capital pelo Twitter.

Ilustra-se nesse direção a natureza das Estratégias da Meta 7 do Anexo da Lei (*“Fomentar a qualidade da educação básica em todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem...”*). Entre essas Estratégias, a 1) universalização do *“acesso à rede mundial de computadores em banda larga de alta velocidade”*, 2) promoção de *“equipamentos e recursos tecnológicos digitais para a utilização pedagógica no ambiente escolar”*, 3) divulgação de *“tecnologias educacionais...com preferência para softwares livres e recursos educacionais abertos”* e 4) à informatização da *“gestão das escolas públicas e das secretarias de educação”*.

Por outro lado, o Projeto de Lei nº 2.614/2024 apresentado em 27 de junho de 2024, e que institui o novo Plano Nacional de Educação (Brasil, 2024) ainda em tramitação, prospecta desafios naturalmente mais ambiciosos no que tange às expectativas de fomento e uso de tecnologias digitais de informação e comunicação em ambiente educacional para o próximo decênio. Num paralelo às Estratégias do novo Objetivo 7 (*“Promover a educação digital para o uso crítico, reflexivo e ético das tecnologias da informação e da comunicação para o exercício da cidadania”*), elencam-se 11 Estratégias sumarizadas na expansão da infraestrutura para conectividade, equipamentos, políticas de inclusão digital, disponibilização de recursos educativos digitais, formação docente em tecnologia, conteúdos de letramento digital, programação e robótica alinhados à BNCC, além da oferta de materiais didáticos, avaliação das competências digitais, e soluções digitais para gestão de escolas e sistemas educacionais.

Parafraseando um termo da *“modernidade”*, um *salto quântico* em inovação, capacitação e acesso, em relação ao PNE anterior.

## **2 Tecnologia na Escola e academia: dentro e fora dos muros**

A realidade de grande parte do cotidiano em ambiente educacional conta nos dias de hoje com tecnologias variadas para a oferta de conteúdos didáticos, embora com notáveis e óbvias idiosincrasias de acesso desigual, como no platô atingido entre universidades de grandes centros urbanos e escolas rurais de pequenos distritos (Lacerda *et al.*, 2025). Não obstante, algumas iniciativas públicas para democratização de ferramentas tecnológicas tem sido envidadas na última década, tais como o [Programa Nacional de Tecnologia Educacional \(ProInfo \(Decreto 6.300, de 12/dez/2007\)\)](#) do FNDE/MEC, para aquisição de equipamentos de informática, e que também abraçou o antigo [Programa Um Computador por Aluno \(PROUCA\)](#) para

o fornecimento de laptops a estudantes de escolas públicas, e o [Programa de Inovação Educação Conectada](#), para apoio à universalização para acesso à internet de alta velocidade.

Já para o ensino superior, não há propriamente um programa federal em Educação pelo MEC e/ou financiamento pelo FNDE para incentivo ao uso de NTDICs. Entrementes, destaca-se a atuação da CAPES junto à formação de professores da educação básica e articulação entre educação superior, pesquisa e formação docente. Também emerge como iniciativa federal ao nível superior a infraestrutura oferecida pela [Rede Nacional de Ensino e Pesquisa \(RNP\)](#) para universidades e instituições P, D & I. Nas instituições públicas de ensino superior, o fortalecimento do parque tecnológico digital dá-se pela descentralização de recursos financeiros gerais, ou por recursos outorgados por entes da federação com focos em pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica (CNPq, CAPES, INCTs, FINEP, BNDES EMBRAPii, MCTI e institutos de pesquisa vinculados), ou ainda por chamadas específicas junto às Fundações de Amparo à Pesquisa de fomento estadual (FAPs).

Seja qual for o ambiente educacional a que se propõe a oferta de conteúdos didáticos, se Escola ou Universidade, experimentamos como *stakeholders* do tecido urbano da Sociedade da Informação a convivência com novas tecnologias digitais da comunicação e informação (NTDICs) do ciberespaço (Junior; Ceni, 2024). Contudo, a tempestade de inovações tecnológicas a que estamos paulatinamente nos adaptando, como computação em nuvem, internet das coisas - *IoT*, ciência de dados - *big data*, realidade virtual e aumentada, redes 5G, *blockchain* financeiro, automação da Indústria 4.0, aprendizado profundo de máquina, inteligência artificial, computação quântica e biotecnologia avançada (*CRISPR*, biohacking, biologia sintética), ainda está longe de refletir uma aderência robusta às políticas públicas de Educação.

No caldo em que fermentam as diversas iniciativas globais para uma Educação 5.0 (inovação digital com valores humanos), expressam destaque as agendas da UNESCO (*Educação para o Futuro*; UNESCO, 2019), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (*Future of Education and Skills 2030/2040*; (OECD, 2018), e da União Europeia (*Digital Education Action Plan (2021–2027)*; (European Commission, 2020).

Em solo pátrio, as iniciativas embrionárias tangenciam o incentivo à instrumentalização mencionada acima no texto, bem como à inserção e aprimoramento de competências digitais voltadas ao uso de recursos tecnológicos em Educação, à robótica, programação, e ao **pensamento computacional** (Nuzzaci, 2024). Esse define uma estratégia para abstração de uma situação-problema, decomposição, reconhecimento de padrões, e criação facultativa de algoritmo para automatização de sua solução (Wing, 2006).

A recomendação para ensino e aprendizagem do pensamento computacional foi inserida junto à *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)* para Ciências da Computação há 7 anos (Brasil, 2018), tendo sido subsequentemente expandida para outras áreas do ensino básico junto às *Normas sobre Computação na Educação Básica* (Brasil, 2020). Posteriormente, sua aplicação em ambiente escolar foi referenciada junto às *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica* (Brasil, 2019), à *Resolução CNE/CEB nº 2/2022 – Diretrizes para o Ensino Médio* (Brasil, 2022), e à *Política Nacional de Educação Digital* (PNED- Lei nº 14.533/2023; Brasil, 2023).

Nessa direção, o presente trabalho tem por alvo apresentar uma ferramenta digital para a criação de objetos didático-científicos interativos para conteúdos curriculares, e tendo por princípio o emprego do pensamento computacional “*plugado*”, bem como a lógica e linguagem de programação.

### **3 A plataforma**

A plataforma é composta por um simulador para a construção de objetos interativos, [JSPlotly](#), e facultada à construção de seus códigos em *JavaScript* por um ChatGPT personalizado, [GSPlotly](#). Ambos encontram-se referenciados junto ao website [Bioquanti](#), uma iniciativa voltada para a disseminação do *ensino reprodutível* (Dogucu, 2024) com uso de códigos de programação para conteúdos didático-científicos, tanto ao ensino superior (Biofísico-química), como para o ensino básico (anos finais do Fundamental e Ensino Médio).

O aplicativo [JSPlotly](#) consiste de um simples arquivo HTML com menos de 30 kB memória, e interpretável em qualquer *browser* moderno. Permite o uso de códigos [JavaScript](#) e suas bibliotecas para a construção de diversos tipos de objetos interativos em editor (biblioteca *ace.js*), como gráficos 2D, 3D, simulações, mapas e animações (biblioteca *Plotly.js*), tabelas, fluxogramas, cálculos (*math.js*, *numeric.js*,

*jstat.js*, por ex), arte, jogos e aplicações multimídia interativas (*p5.js*), bem como síntese e manipulação de áudio (*tone.js*). O aplicativo está disponível junto ao website educacional [Bioquanti](#).

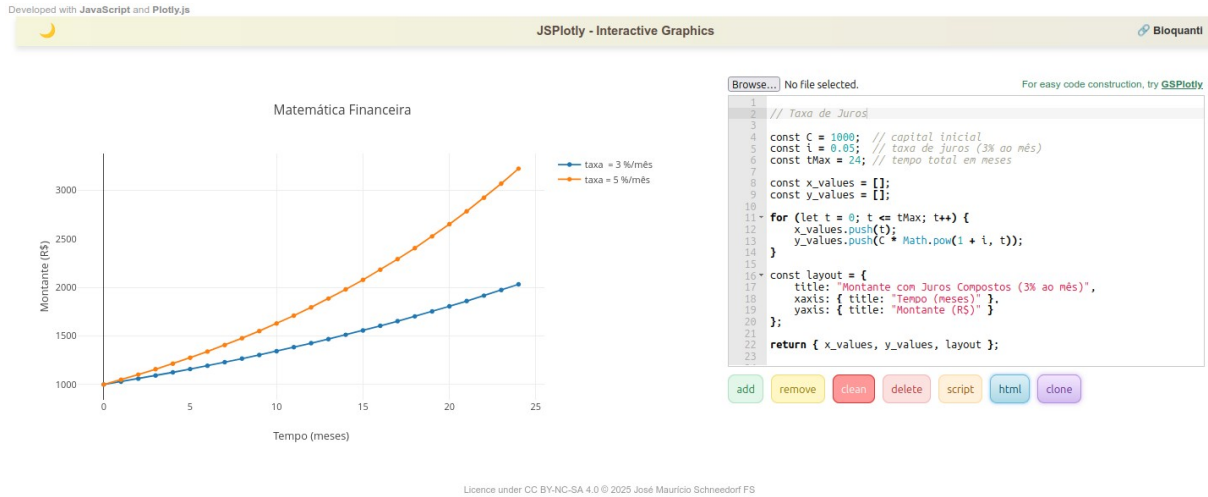
O *Bioquanti* está referenciado junto ao [eduCAPES](#), e foi classificado em 2o. lugar no [Prêmio Nacional de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular Bayardo Baptista Torres](#) concedido a cada 2 anos pela Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular - SBBq. A plataforma, também referenciada ao [eduCAPES](#), foi contemplada este ano ao [1o. lugar no mesmo prêmio](#). Embora a plataforma tenha sido originalmente concebida para atender a uma demanda de ensino-aprendizagem da área, o fato de utilizar uma linguagem de programação e um bot de assistente de IA para auxiliar na construção de seus códigos amplifica seu emprego virtualmente para qualquer área, nível e modalidade, e tanto para ensino como para pesquisa.

### **3.1 JSPlotly**

O aplicativo possui descrição e características parciais, vantagens sobre alguns concorrentes, modo de uso, aplicação em ambiente universitário, bem como diversos exemplos ao ensino superior e básico, tanto pelo site [Bioquanti](#), como por publicação autoral (Schneedorf, 2025; Schneedorf; Mafra; Silva, 2025). Em síntese, o aplicativo possui licença CC BY-NC-SA 4.0 e, como nada mais é do que um arquivo HTML editável em um bloco de notas, pode ser interpretado em qualquer navegador, tornando seu uso independente de sistema operacional (Windows, Linux, Android, iOS) e hardware (desktop, notebook, ou dispositivos móveis), além de facultar sua inserção em páginas de web, como ambientes virtuais de aprendizagem. Dessa forma, pode ser personalizado em editor de texto, e só requer conexão inicial de internet para carregamento de bibliotecas *JavaScript* necessárias (quando não especificadas, basicamente, *Plotly.js* e *ace.js*).

Para atingir seu propósito, qual seja, a *criação e compartilhamento simplificados de objetos didático-científicos interativos e seus códigos*, com ou sem auxílio de IA, o aplicativo conta apenas com uma janela dividida entre ecrã gráfico à esquerda e um editor de códigos à direita ([Figura 1](#)).

Figura 1: Tela única do JSPlotly, apresentando o editor de códigos Ace à direita, e a área gráfica em que os objetos são visualizados pelo motor JavaScript do browser, à esquerda.



Alguns links úteis são também visualizados no aplicativo, como a opção claro/escuro, e hiperlinks para a biblioteca, para a linguagem, para o gerador de códigos por IA, e para o site *Bioquanti* (Figura 1).

Enquanto os objetos são gerados a partir da linguagem *JavaScript* principal, além de códigos para HTML e CSS (*Cascading Style Sheets*), grande parte das funcionalidades interativas do aplicativo são garantidas pela biblioteca [Plotly.js](#). Herdada na interpretação do navegador, a biblioteca permite, entre outros:

# Algumas funcionalidades do JSPlotly embasadas na biblioteca "Plotly.js"

- criação de diversos tipos de gráficos 2D e 3D interativos, básicos e estatísticos;
- criação de mapas e objetos 2D e 3D;
- ampliação/redução de gráfico e mapa, por ícone da barra superior ou por mouse (botão esquerdo para selecionar área, duplo clique para reversão ao tamanho original, botão de rolagem para ampliação/redução);
- edição de rótulos do gráfico (título, eixos);
- rolagem de eixos, centralização, translação do gráfico ("span");
- "pop up" de informações sobre os dados por passagem de mouse ("hover")
- edição e posicionamento de legendas por clique de mouse e arraste no próprio gráfico;
- animações ("frames", "Plotly.animate", "transitions").

Além das facilidades básicas oferecidas pela biblioteca *Plotly.js*, o aplicativo também permite algumas ações opcionais mediadas ou não por essa, para representação, armazenamento e compartilhamento, tanto do código como de seu objeto interpretado. Essas funcionalidades adicionais são ditadas por uma barra superior de ícones no ecrã, e por sete botões abaixo do editor. Pela barra é possível:

# Funcionalidades adicionais da barra de ícones (a partir da direita):

- inserir texto com apontamento de seta;
- alterar cores do traçado gráfico em execução;
- armazenar o objeto opcionalmente por PNG (imagem rasterizada) ou SVG (imagem vetorizada);
- visualizar as coordenadas por linhas pontilhadas nos eixos e passagem de mouse sobre os dados ("Toggle Spike Lines");
- inserir figuras geométricas (círculo, retângulo, traço à mão livre, linha);
- acessar o editor gráfico do desenvolvedor da biblioteca, para ajustes do gráfico por cliques de mouse ("Plotly Chart Studio - <https://chart-studio.plotly.com/create/>")

Por sua vez, os sete botões situados abaixo do editor permitem trabalhar-se com o código e arquivos desse e do objeto, a saber:

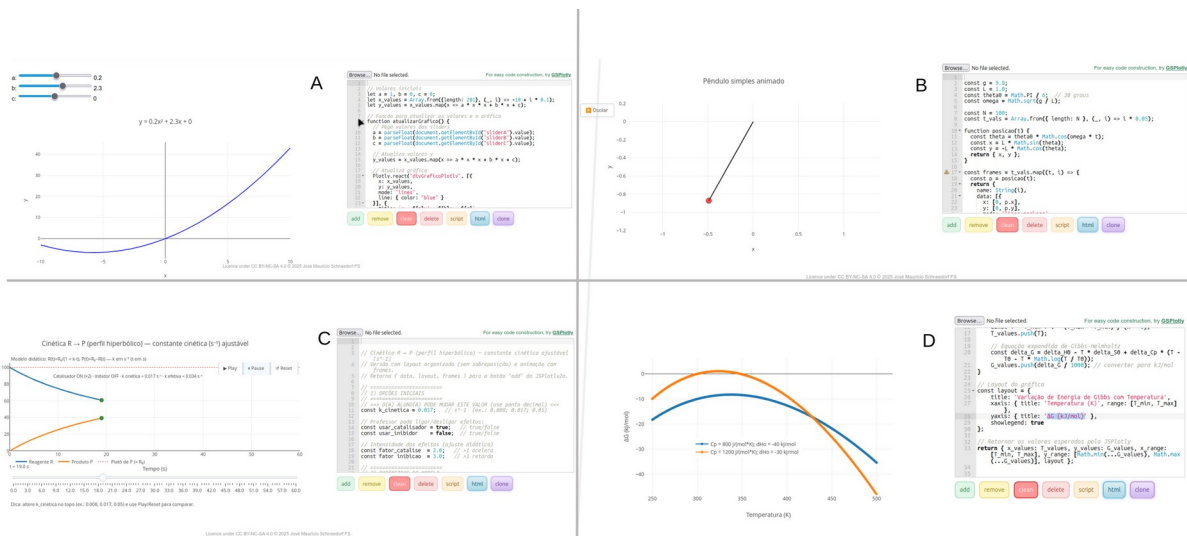
# Funcionalidades do aplicativo pelos 7 botões do editor:

- "add": adiciona um objeto na área gráfica por interpretação do código no editor, isoladamente ou por sobreposição (útil para explorar uma função ou conjunto de dados, bem como o código em si);
- "remove": apaga o último traço de um gráfico (útil para ajustes do gráfico às características desejadas por edição no código);
- "clean": limpa a área gráfica;
- "delete": limpa o editor de códigos;
- "script": armazena o código em formato de texto (atributo "js");
- "html": armazena o objeto como arquivo HTML preservando-se sua interatividade (útil para compartilhamento do objeto em qualquer computador ou dispositivo móvel, como salas de aula e smartphone dos alunos);
- "clone": copia o código em sua última edição juntamente com próprio JSPlotly, (útil para compartilhamento do programa com um código "congelado" para um objeto específico, e permitindo ação direta no editor para aprendizagem e personalização do objeto, bem como para lógica e linguagem de programação envolvidas).

#### 4 Alguns exemplos em Matemática e Ciências Naturais com a plataforma

Apenas para ilustrar o potencial de uso da plataforma *JSPlotly* e *GSPlotly* ao ensino básico e superior, seguem exemplos individuais para Matemática, Física, Química, e Biofísico-química ([Figura 2](#)).

Figura 2: Exemplos de situações-problema para uso da plataforma. A - Matemática: curva de parábola com ajuste manual por deslizadores na área gráfica. Basta o usuário arrastar o slider de cada parâmetro da equação para uma atualização do gráfico. B - Física: animação para movimento harmônico simples. É possível integrar novos conhecimentos editando-se o código para situações reais ou inusitadas, como para uma simulação do movimento pendular na Lua ( $g = 1,62 \text{ m/s}^2$ ). Química - animação para cinética de reação. O script permite ajustes na constante cinética, bem como efeitos de catalisador ou inibidor (opção booleana true/false). D - Variação da energia de Gibbs com temperatura. A edição do código permite uma exploração paramétrica para apropriação do tema, por exemplo, alterando-se o valor da capacidade calorífica e da variação de entalpia padrão do sistema.



#### 4.1 Três botões ao ensino reproduzível de códigos para conteúdos

Com vistas a propiciar 1) um melhor entendimento para uma situação-problema qualquer mediada por lógica de programação, bem como 2) a disseminação ampla do objeto pretendido com preservação de sua interatividade, e de 3) sua modificação por edição do código-fonte, o *JSPlotly* disponibiliza 3 botões.

O **botão add** cumpre uma função simples: adiciona um conjunto de dados ao ecrã gráfico. Tal como representado na [Figura 1](#), isso possibilita explorar visualmente a influência de cada parâmetro de uma função introduzida no editor, o que viabiliza a **exploração ou manipulação paramétrica** da função em si. Como consequência imediata ao ensino-aprendizagem autônomo ou não, oportuniza uma maior apropriação da própria função ou conjunto de dados inserida(os) ao/pelo aprendiz.

Entre as ações tangentes à exploração do conteúdo envolvido para o objeto em investigação, somente, o **botão html** congela suas características preservando a

interatividade para compartilhamento e/ou apresentação, incluindo animação e áudio. Isso contempla um objeto que pode ser compartilhado para simples observação ou interação, sem perda da informação.

Por sua vez, o botão **clone** agrega uma funcionalidade singular: a possibilidade do objeto ser armazenado em um arquivo HTML contendo o código congelado a uma configuração específica juntamente com o próprio *JSPlotly*. Dessa forma, agrega-se valor ímpar ao permitir-se que o aprendiz tenha acesso à situação-problema por três vertentes: o objeto, seu código, e o programa que permite a execução e personalização desse.

Assim, pensando-se numa temática específica para ensino e aprendizagem, o usuário em posse do arquivo gerado pelo *botão clone* (“*JSPlotly.html*”) poderá integrar novas informações a seu repertório cognitivo, paulatinamente e a seu tempo, tanto do conteúdo envolvido, como da lógica de programação, e da própria linguagem, abarcando competências digitais ansiadas pela Educação 5.0.

Complementarmente, em função de uma interação muito particular entre o aprendiz e o gerador de códigos por IA na busca de uma solução visual com o aplicativo para uma dada situação-problema por *engenharia de prompts*, é plenamente plausível considerar-se uma tecelagem progressiva e correlata à *Zona de Desenvolvimento Proximal* teorizada pelo psicólogo bielorusso Lev Vygostky (Magalhães *et al.*, 2025). Essa *ZDP* do cyberespaço permite espelhar uma mediação e interação paulatinamente agregada à aprendizagem significativa do conteúdo proposto. Ainda que sob o escrutínio à olhos vistos de uma *Sociedade da Informação* bombardeada por novas tecnologias em efêmeros intervalos de tempo, há que se refletir sobre a plausibilidade da mediação vygotskyiana ocorrer para além do aluno/professor, e considerar a relação binomial aluno/“outro mais experiente” parcialmente desempenhada por um assistente de IA generativa.

## 5 Conclusão

No intuito de contribuir às expectativas para uma Educação 5.0 revestida com arsenais tecnológicos variados, com aplicação profícua ou não, este trabalho buscou descrever e ilustrar uma plataforma formada por um aplicativo HTML para a produção de gráficos e objetos didáticos interativos voltados para Matemática e Ciências Naturais, [JSPlotly](#), bem como seu gerador de códigos *JavaScript* por bot

personalizado, [GSPlotly](#), ambos acessáveis por website direcionado ao ensino reprodutível de códigos para conteúdos ([Bioquanti](#)).

## **A elaboração deste capítulo**

A formatação de texto (*RMarkdown*), inserção e referência cruzada de figuras, hiperlinks, o gerenciamento bibliográfico, e a conversão do *documento dinâmico* final para compilação a um modelo de arquivo *DOCX* previamente configurado, foram exclusivamente conduzidos com a linguagem de programação *R* (versão 4.3.3, fev/2024) em ambiente de desenvolvimento integrado *RStudio* (versão 2024.09.1 Build 394), e pacote *quarto* (versão 1.4.4) como sistema de publicação científica.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## **Minibiografia**

Nome: José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva. Biólogo com doutorado direto em Bioquímica pela UFMG (Belo Horizonte, 1998; interação experimental ligante-proteína), e estágio pos-doc pela UFV (Viçosa-MG, 1999; termodinâmica de células tumorais). Professor titular, chefe, e líder do grupo de pesquisa InterAção Bioquímica do Depto. de Bioquímica da UNIFAL-MG, onde atua como docente em disciplina homônima em Cursos de Graduação e Pós-Graduação da Instituição. Temas de interesse: Ensino Reprodutível, e Bioeletroquímica.

Link do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0436922594542722>

Link do ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2031-6315>

## **Referências**

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Básica. Ciências da Computação**. Ministério da Educação; <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, 2018.X

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências**. Presidência da República, Casa Civil; [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm), 2014.X

BRASIL. **Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital (PNED).** Presidência da República;  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/lei/l14533.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14533.htm), 2023.X

BRASIL. **Parecer CNE/CP nº 9/2020 e Resolução CNE/CP nº 5/2020: Inserção da Computação na Educação Básica como complemento à BNCC.** Conselho Nacional de Educação; [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=155531-pcp009-20&category\\_slug=outubro-2020-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=155531-pcp009-20&category_slug=outubro-2020-pdf&Itemid=30192), 2020.X

BRASIL. **Projeto de Lei nº 2.614, de 27 de junho de 2024. Institui o Plano Nacional de Educação - PNE para o decênio 2024–2034 e dá outras providências.** Presidência da República, Casa Civil;  
<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2443764>, 2024.X

BRASIL. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 22 de dezembro de 2022. Institui Diretrizes Nacionais para a organização e o funcionamento do Ensino Médio.** Conselho Nacional de Educação; [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=243771-rceb002-22&category\\_slug=dezembro-2022-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=243771-rceb002-22&category_slug=dezembro-2022-pdf&Itemid=30192), 2022.X

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica.** Conselho Nacional de Educação;  
[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category\\_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192), 2019.X

DOGUCU, M. Reproducibility in the Classroom. **Annual Review of Statistics and Its Application**, [s. l.], vol. 12, 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **Digital Education Action Plan (2021–2027).** European Union; <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital/education-action-plan>, 2020.X

JUNIOR, S. C.; CENI, J. C. Os desafios das novas tecnologias digitais da informação e comunicação nas smartcities: o binômio efetividade versus interesse coletivo. **Revista Tecnologia e Sociedade**, [s. l.], vol. 20, n.º 61, p. 112–128, 2024.

LACERDA, V. L. C. *et al.* TECNOLOGIAS E SABERES: INOVAÇÕES METODOLÓGICAS NO CONTEXTO EDUCACIONAL. **ARACÊ**, [s. l.], vol. 7, n.º 6, p. 30822–30835, 2025.

MAGALHÃES, L. B. *et al.* A CIÊNCIA NA SALA DE AULA: ESTRATÉGIAS INTERDISCIPLINARES À LUZ DA ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL (ZDP) DE VYGOTSKY. **Revista Tópicos**, [s. l.], vol. 3, n.º 23, p. 1–17, 2025.

NUZZACI, A. Incorporating computational thinking into education: from teacher training to student mastery. **Journal of Education and Training**, [s. l.], vol. 11, n.º 2, p. 70–97, 2024.

OECD. **The Future of Education and Skills 2030/2040**. Organisation for Economic Co-operation; Development; <https://www.oecd.org/education/2030-project/>, 2018.X

SCHNEEDORF, J. M. JSPlotly: um aplicativo para gráficos interativos em Bioquímica para visualizadores HTML. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [s. l.], vol. 23, n.º 1, p. 81–95, 2025.

SCHNEEDORF, J. M.; MAFRA, L. A. S.; SILVA, L. E. da. **Recursos Educacionais Abertos: compartilhando experiências na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)**. [S. l.]: Pimenta Cultural, 2025.

UNESCO. **Futures of Education: Learning to Become**. United Nations Educational, Scientific; Cultural Organization; <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370801>, 2019.X

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, [s. l.], vol. 49, n.º 3, p. 33–35, 2006.