

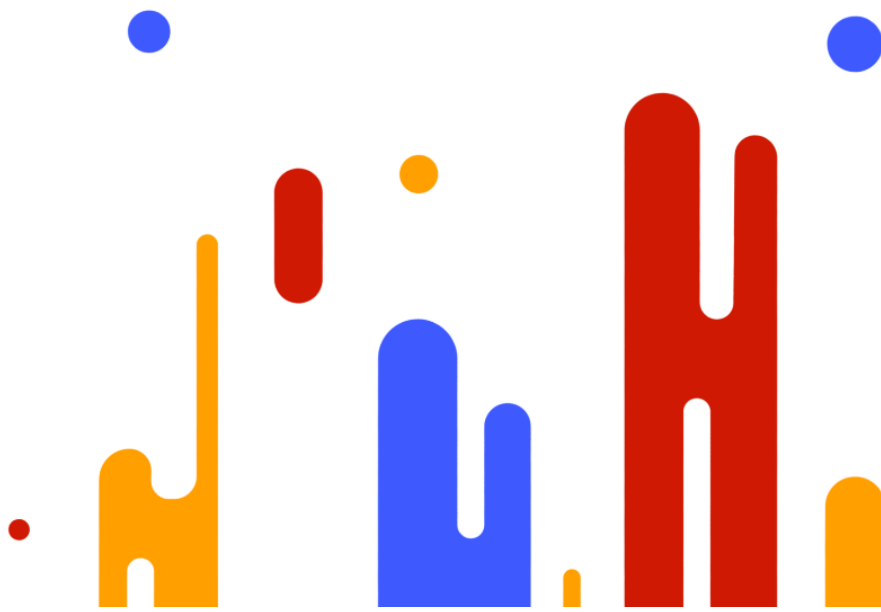


# R & RStudio: uma plataforma para implementação de ensino reprodutível

José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva



10.47247/LSCC/6063.145.8.5



**V&V Editora**

Santo André, São Paulo – Brasil

Tel./Whatsapp: (11) 94019-0635

E-mail: contato@vveditora.com

vveditora.com

@vveditora

**Expediente**

Coordenação Editorial: Marilena Rosalen

Coordenação de Área: Everton Viesba

Revisão: Letícia Moreira Viesba

Edição: Everton Viesba

Equipe editorial: Marco André, Larisse Maia Rodrigues, Juliana Bastos, Andressa Souza.

**Conselho Editorial**

Profa. Dra. Marilena Rosalen

Profa. Dra. Angela Martins Baeder

Profa. Dra. Eunice Nunes

Profa. Dra. Luciana A. Farias

Profa. Dra. Maria Célia S. Gonçalves

Profa. Dra. Rita C. Borges M. Amaral

Profa. Dra. Silvana Pasetto

Profa. Ma. Beatriz Milz

Profa. Ma. Marta Angela Marcondes

Prof. Dr. José Guilherme Franchi

Prof. Dr. Luiz Afonso V. Figueiredo

Prof. Dr. Flávio José M. Gonçalves

Prof. Dr. Giovano Candiani

Prof. Me. Arnaldo Silva Junior

Prof. Me. Pedro L. Castrillo Yagüe

Prof. Me. Everton Viesba-Garcia

Profa. Ma. Letícia Moreira Viesba

Profa. Ma. Erika Brunelli

**Organização**

Organização: Lara Santana Correia Costa e Claudinei Zagui Pareschi

**Parecer e revisão por pares**

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação da Coordenação e/ou Conselho Editorial da V&V Editora, sendo aprovados na revisão por pares para publicação.

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

x      Aprendizagem Ativa: caminhos para o protagonismo, a inovação e a construção do conhecimento. Lara Santana Correia Costa e Claudinei Zagui Pareschi (organizadores) – Santo André: V&V Editora, 2026.  
198 p. : 16 x 23 cm

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-6063-145-8

DOI 10.47247/LSCC/6063.145.8

1. Um. 2. Dois. I. Três. II. Título.

CDD x

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

## Ensino reprodutível

No par de anos que antecedeu a emergência de saúde global da COVID19, com suas implicações até hoje sentidas no contexto educacional, um relatório científico para políticas públicas do Quadro Europeu de Competências Digitais Para Educadores, DigCompEdu (European Framework for the Digital Competence of Educators) (Redecker, 2017) apregoava a necessidade de aquisição de múltiplas competências digitais em ensino e aprendizagem. O DigCompEdu foi direcionado a educadores inseridos em um amplo espectro de ensino, da educação infantil até o ensino superior e a educação de adultos, com formação geral e profissional, educação para necessidades especiais, bem como para contextos não formais de aprendizagem. O relatório estabeleceu 22 competências específicas e 6 áreas de competências digitais. Entre suas recomendações, o relatório apontou para a urgência de produção de conteúdos digitais, bem como para alfabetização, cidadania, criatividade, colaboração e inovação digitais, além de pensamento computacional. Nessa direção, se apresenta o ensino reprodutível.

O ensino reprodutível (ER) é uma metodologia ativa de ensino e aprendizagem baseada na produção, compartilhamento, reprodução e adequação de conteúdos didáticos produzidos a partir de tecnologia e documentação digitais abertas e combinadas num único documento. Em poucas palavras, códigos para conteúdos didáticos. Apesar de embrionário na maior parte do globo, o ER vem aos poucos se apresentando como uma alternativa concreta a processos educacionais correlatos que envolvem as competências digitais impostas ao século XXI (Rasskazova et al., 2020) e à era da digitalização.

O ER possui conceitos advindos da programação literária de Knuth (Knuth, 1984), bem como de algumas das premissas da Ciência Aberta e da pesquisa reprodutível (PR): códigos acessíveis e executáveis, documentação e metadados, uso de ferramentas e linguagens de programação reprodutíveis, testabilidade, e repositórios públicos, transparência, compartilhamento de dados. Entre as ferramentas que permitem uma implementação robusta ao ER estão R & RStudio.

## A plataforma R & RStudio

R é uma linguagem de programação de código aberto desenvolvida como um projeto acadêmico no departamento de Estatística da Universidade de Auckland (NZ) em 1992 (Ihaka, 2017), e que opera como uma linguagem orientada a objeto por comandos de prompt. Cinco anos depois o R foi adquirido por um grupo internacional de desenvolvedores, R Core Team (Team, 2000), hoje responsável por sua manutenção e desenvolvimento. Atualmente possui extensibilidade garantida pelos seus quase 22 mil pacotes oficiais compartilhados por usuários para uma infinidade de problemas, desde estatística até composição musical, e passando por virtualmente todas as áreas do conhecimento. Como atua por expressões

envolvendo sintaxe de código, não é de uso simples, embora sua curva de aprendizado seja considerada suave.

Para contornar isso, diversos desenvolvedores propuseram interfaces gráficas para melhoria da usabilidade do R, e entre as quais destaca-se de modo superlativo o RStudio (RStudio Team, 2023), desenvolvido por empresa de mesmo nome, e hoje mantido pela Posit. O RStudio consiste de um ambiente integrado de desenvolvimento ou IDE da sigla em inglês, com uma interface gráfica amigável, editor e depurador de código, console interativo, visualização gráfica integrada, criação e organização de projetos. Juntos, R & RStudio combinam uma plataforma robusta para fluxos de trabalho diversos, incluindo importação de dados, análise, visualização, criação de relatórios, desenvolvimento de funções, pacotes e projetos.

Em função da diversidade de pacotes do R, é possível produzir uma infinidade de projetos passíveis referenciáveis ao ensino-aprendizagem, tais como gráficos, tabelas e mapas (estáticos ou interativos), simulações, apostilas, tutoriais, avaliações automatizadas, slides, aplicações interativas, projetos práticos (Project-Based Learning e Problem-Based Learning), relatórios acadêmicos, artigos, dissertações e teses, blogs, capítulos de livro (como este), livros, e websites, como o Bioquanti.

## Livros vivos

A ideia de livro vivo vem sendo concebida há mais de 30 anos, referindo-se anteriormente à mídia eletrônica técnica produzida com texto, imagem, áudio, vídeos e hiperlinks, e distribuída por mídias físicas (CD-ROM, diquetes) ou bibliotecas eletrônicas (Barker, 1996). Ainda que propositiva, diferencia-se do ER por ser unilateral, ou seja, sem intervenção do usuário.

Redefinindo-o aos dias atuais, o livro vivo trata da combinação de um editor online de texto com algoritmos executáveis para visualização e troca bilateral de dados com o objeto de estudo (Antokhina; Balonin; Sergeev, 2015). Existem algumas iniciativas nesse sentido, como a versão online do programa de Matemática Matlab (veja um exemplo em Estatística), que combina um editor de texto com cálculos, bem como a modificação de dados e gráficos pelo usuário, em um executável com formato CDF (Computable Document Format). Outra iniciativa pode ser ilustrada pela empresa DataCamp, que incorpora textos e códigos online para o aprendizado de linguagens de programação.

Dessa forma é possível pensar no ER também como uma ferramenta à edição e criação disseminada de conteúdos capazes de alavancar a produção de livros vivos de natureza pedagógica e técnico-científica pela rede mundial de computadores. Indo um pouco além, e dadas as características de interoperabilidade entre R e circuitos eletrônicos, tais como placas Arduino e ESP com comunicação a fio, wifi ou bluetooth, pode-se visualizar a aquisição e tratamento de dados em tempo

real pela internet, a partir de uma aula prática executada localmente, como o domicílio de um aprendiz ou um centro de alta tecnologia.

## Bioquanti e a plataforma R & RStudio

Um site educacional correlato à proposta acima é o Bioquanti, desenvolvido inicialmente para oferecer conteúdos de Bioquímica e áreas correlatas utilizando-se recursos tecnológicos de ensino reproduzível. Foi disponibilizado em outubro de 2022 (Schneedorf, 2023) para o uso de três ferramentas básicas ao ensino superior em Bioquímica: SISMA, um programa desenvolvido na UNIFAL-MG e que simula redes metabólicas (dinâmica), Jmol, um programa consolidado para visualização tridimensional de modelos atômicos (estrutura), e R & RStudio, uma plataforma consolidada na pesquisa científica (cálculos e gráficos). Atualmente, o Bioquanti tem sido remodelado para oferecer materiais às diversas áreas do ensino básico.

A internet é pródiga em tutoriais e livros, abertos ou pagos, bem como blogs, listas de discussão, treinamentos, e cursos online de capacitação sobre o uso da plataforma R & RStudio, a qual possui ampla comunidade na rede mundial. Contudo, se desejar uma iniciação para instalação em computador, bem como seu uso básico em nuvem para o ensino e aprendizagem focado em ER, sugerimos um dos tutoriais guiados presentes no Bioquanti, para ensino superior ou ensino básico.

## Características da plataforma R & RStudio ao ensino reproduzível

A plataforma possui um amplo conjunto de peculiaridades que a posicionam para uso estratégico ao ER. A lista que segue resume as principais, embora não seja exaustiva na visão deste auto, seu potencial em Educação e Ciência.

1. São programas de distribuição livre e código-fonte aberto;
2. Programas não conteudistas. Trata-se de uma linguagem de programação (R) e de uma interface gráfica (RStudio) e, como tais, não são fechados em conteúdos específicos para o ensino, como em outras iniciativas;
3. Programas dirigidos por texto (*text-driven*), não por menu (*menu-driven*). Destarte, como em editores de texto, os menus servem apenas para otimizar determinadas ações (abrir, fechar, carregar, depurar), o que resulta numa flexibilidade quase absoluta para a criação de conteúdos;
4. Sendo dirigidos por texto do usuário, as engrenagens que levam ao produto final (os passos para uma análise ou gráfico, por ex) são

- abertas à visualização e edição, distinto do que ocorre em programas dirigidos por *menu*;
5. Robustez. O R está ativo como linguagem de código aberto desde 1993, e o *RStudio* desde 2011;
  6. Curva suave de aprendizado. A sintaxe de comandos é similar em todo o ecossistema do R, que conta com uma documentação entre livros e tutoriais de uso aberto na internet;
  7. Amplo uso institucional. Os programas são utilizados em análise de dados e programação por diversas Universidades e empresas (ex: *Google, Facebook, LinkedIn, Twitter, Bank of America, Lenovo, Bing*);
  8. Ampla comunidade na internet. Tanto de usuários como de desenvolvedores, facilitando a solução de problemas;
  9. Vasta bibliografia disponível. Tutoriais, livros, *ebooks*, e documentos diversos.
  10. Uso da linguagem *R Markdown*, que incorpora potenciais produtivos ao *Markdown* convencional;
  11. Produção compartilhada de documentos contendo códigos, resultados, e texto estilizado em um único arquivo;
  12. Menu de acesso à criação de *scripts* e livros em *R Markdown*, contendo trechos de código (*chunks*) para execução independente e interativa do restante do documento, sem a necessidade de sua compilação completa;
  13. Robustez para implementação de *letramento em programação* (Knuth, 1984);
  14. Independência de sistema operacional. Permite uso em *Windows, Linux, Apple, ou ChromeOS*. Além disso, o R é nativo em distribuições *Linux*, algumas de uso escolar (*Xubuntu, Linux Educacional*);
  15. Baixos requisitos de máquina. O sistema roda em computadores a partir de [256 Mb](#) de memória RAM, o que permite sua utilização em máquinas antigas, garantindo sua acessibilidade aos atores envolvidos;
  16. Portabilidade. Pode ser acessado por computador pessoal, servidor institucional, ou por dispositivos móveis (*tablet, smartphone*, por ex);
  17. Customização. A interface *RStudio* pode ser personalizada de diversas formas para visualização e execução de códigos;
  18. Programa multilíngue. Ajuste simples para Português, Espanhol, etc;

19. Múltiplas linguagens. É possível incorporar códigos de outras linguagens, como [Python](#), *Matlab* (Hiebeler, 2018), [JAVA](#), [C/C++](#);
20. Conexão a base de dados. A plataforma permite acessar bases no formato [SQL](#);
21. Expansibilidade. O *website* do R conta hoje com quase 22 mil pacotes desenvolvidos por usuários para diversas finalidades e áreas do conhecimento (ex: processamento de imagem, realidade aumentada, história da arte); em paralelo, a comunidade do R tem disponibilizado na rede inúmeros pacotes em *sites* pessoais ou provedores abertos (*GitHub*);
22. Digitação de texto. As instruções de código e automatizações (*scripts*), bem como comentários ao longo destes, é realizada por texto simples (*plain text*), sem formatação específica; dessa forma, toda a instrução pode ser gerada e compartilhada em um bloco de notas;
23. Comentários ocultos. A linguagem R *Markdown* inerente à plataforma permite a digitação de comentários e observações sem que os mesmos apareçam no documento final compilado. Essa característica é muito útil quando se deseja uma edição *a posteriori* de um trecho de texto ou código, ou inserir observações, explicações rápidas de comandos, ou lista de tarefas (*todo list*), e que não interessam ao documento compilado; ou ainda quando se tem um bloco de texto de apreço, mas que não irá para o documento final, embora permanecendo preservado no código original;
24. Produção de *documentos dinâmicos*. Produção de documentos digitais interativos contendo dados, texto, gráficos, tabelas, equações, diagramas, figuras, mapas geográficos, e mapas de calor, entre outros, redimensionados integralmente na plataforma, e resultando num documento final único;
25. Gerenciamento bibliográfico. A plataforma possui facilitação para citações e referências, além de compilar a seção de bibliografia a partir de arquivos de estilo de citação (CSL) pré-formatados e disponíveis na [rede](#);
26. Redação com foco no conteúdo, e não na forma. A linguagem privilegia o teor do documento produzido (*WYSIWYM - What You See Is What You Mean*), e não a formatação de seu texto (*WYSIWYG - What You See Is What You Get*), embora o *RStudio* também permita essa última. Diferente de processadores como MS-Word ou Writer (Libreoffice), a formatação de estilo é gerada na compilação do arquivo de texto, economizando tempo e esforços ao produto desejado;

27. Permite formatações de texto específicas para documentos em Word, a partir do carregamento de arquivo *docx* modelo;
28. Produção de relatórios dinâmicos por compilação de um *script* (*Compile Report*; texto, códigos, análises, e elementos visuais);
29. A saída de informação pode ser visualizada em hipertexto com *links* externos (HTML, *Markup language*), como também em *LaTeX*, *PDF* (*LaTeX*), *EPUB*, ou *MS-Word*. Facilidade decorrente do conversor universal de documentos *Pandoc*;
30. Documentação sem desformatação. Ao utilizar-se a linguagem *R markdown* evita-se as diferenças de formatação presentes entre editores de texto distintos (*MS-Word* e *Writer*), e mesmo entre versões de um mesmo editor;
31. Gráficos interativos pela *web*. São possíveis simulações dinâmicas e animações executáveis na internet por pacotes específicos (*plotly*, *shiny*). Isto permite ao educando uma experiência viva de animações executáveis e editáveis pelo próprio;
32. Atualização instantânea das informações contidas nos documentos criados por sincronismo entre *RStudio* e serviços de hospedagem na internet (*GitHub*); dessa forma, a correção e atualização de informações de um documento não requer o aguardo de uma nova edição, como ocorre com livros-texto;
33. Controle de versão. O *RStudio* é integrado ao sistema de controle de versões *GitHub*; dessa forma é possível rastrear qualquer alteração do projeto original, e mesmo acompanhar a produção colaborativa de um produto desejado;
34. Uso em Pesquisa, Ensino e Extensão. Dada sua flexibilidade, pode ser utilizado em largo espectro de conteúdos, tendo por limitação somente a criatividade do usuário;
35. Emprego em análise de dados. Atualmente a plataforma é largamente usada em *ciência de dados*, *big data*, aprendizado de máquina e visualização de dados;
36. Facilidade de execução de códigos comentados. Basta a ação de copiar/colar/executar, para a reprodução de conteúdos adaptados de livros-texto e artigos. Se implementado por *JavaScript*, dispensa-se a ação de copiar/colar, embora permanece a capacidade de execução/edição *online*;
37. Reuso de um *script* ou parte desse para auxílio em outro problema, disciplina, ou curso;
38. Controle de revisões de um código, permitindo a detecção de problemas, bem como a seleção de código mais efetivo;

39. Facilidade e rapidez na modificação pontual e identificação de erros em *scripts*, tal como para análises, gráficos e figuras;
40. Rápida reconfiguração de *scripts* previamente conduzidos para novos objetivos e métodos similares;
41. Simulações. Reprodução e flexibilização de problemas encontrados em diversas áreas e soluções propostas, incluindo aqueles pertinentes à experimentação científica e de bancada. Simulações são realizadas sem custos, podem estender-se por várias atividades em tempo individualizado do educando, geram resultados instantâneos, permitem um aprofundamento de conceitos e tratamentos avançados por edição de *scripts*, bem como a busca de algum realismo de experimentação;
42. Letramento e inclusão digitais. Valores agregados na apropriação progressiva de conceitos e aplicações de uma linguagem de programação compatível com os dias atuais de aprendizado de máquina e inteligência artificial (*deep learning*), *data science*, *big data*, internet das coisas (*IoT*), *chatbots*, e da produção generativa de textos, imagens e vídeos;
43. Criação de *blogs* e *websites*; por pacotes específicos, tais como *distill* e *blogdown*;
44. Criação de obras interativas (*livros vivos*); por pacotes específicos, tais como *bookdown* e *quarto*;
45. Capacitação ao mercado de trabalho. Capacitação profissional a um espectro de disciplinas e atuações que abarcam cada vez mais a necessidade de conhecimentos em programação, ciência de dados, aplicações de sistemas informatizados, automatizados, e de robótica;
46. Extensibilidade para operação em tempo real com placas microcontroladoras, tais como *Arduino*, *ESP*, e *Raspberry pi*, possibilitando uma dimensão renovada para o ensino e aprendizagem em eletrônica aplicada;
47. Reforço à inclusão digital, como o uso de pacotes específicos para deficientes visuais (Godfrey, 2013);
48. Vantagens sobre planilhas (ex: MS-Excel). Permite *literacia de programação* e sequência intuitiva de comandos simultaneamente a textos e resultados intermediários (como num livro-texto), produz objetos complexos, como gráficos 3D interativos, e opera com atribuição de variáveis e sua chamada pelo algoritmo (e não por células contendo valores de cálculo, menos intuitivas e mais confusas);

49. Produz documento com formatação de qualidade de comunicação e publicação técnico-científica (como num livro-texto);
50. Utilização em qualquer modalidade de ensino (presencial, remoto, híbrido);
51. Aplicação em situações críticas (afastamento justificado do educando/educador, isolamento geográfico, emergências de saúde populacionais).

Em adição às características acima para o ER, faculta-se também o uso da plataforma R & RStudio pelas nuvens (*cloud computing*), por meio de diversos sites, incluindo o site dos desenvolvedores do RStudio, o que agrega vantagens cruciais em ensino e aprendizagem, tais como:

1. Dispensa de instalação em computador pessoal, nivelando a qualidade computacional em grupo de aprendizes;
2. Dispensa de instalação de módulos secundários, reduzindo problemas oriundos da heterogeneidade de *hardware*, tanto de instituições, como de computadores pessoais dos aprendizes;
3. Acesso ao sistema por uso de navegadores de internet (ex: Edge, Chrome, Firefox, Safari);
4. Resposta rápida de servidores. Como os programas estão instalados em provedores, tanto a compilação de *script* quando a instalação de pacotes do R são bem rápidos, por vezes acima das apresentadas durante a instalação física;
5. Por “rodar” em navegador, a plataforma possibilita acesso a uma ampla gama de dispositivos, móveis ou não, incluindo *smart TV*.

Dessa forma, um simples navegador de internet basta como único requisito tecnológico para utilizar-se o R & RStudio, visando a reprodução e adaptação de materiais educacionais disponíveis, bem como para a criação de outros tantos.

Como alternativa, o R também pode ser acessado pelas nuvens diretamente pelo Google Colaboratory, permitindo escrever e executar em R (como também em Python e SQL) diretamente pelo navegador, sem configurações e com compartilhamento de arquivos. Outro site que permite a execução direta do programa, embora mais limitado, é o Rdrv.

Adicionalmente, o R também pode ser acessado por aplicativos móveis para Android e iOS, tais como R Programming Compiler, capaz de trabalhar com scripts e pacotes. E também pode ser operado juntamente com RStudio em dispositivo móvel, sucedente à instalação de sistema Linux, tal como Andronix.

## Relevância e impacto do uso da plataforma

Refletindo-se sobre objetos didáticos com potencial desenvolvimento a partir das características elencadas para R & RStudio para conteúdos de grades curriculares em diversos cursos, níveis, e modalidades, pode-se inferir algumas vantagens ao ensino-aprendizagem do educando, do educador, da comunidade, bem como à sociedade como todo, a ilustrar:

Para o educando

1. Possibilidade de se trabalhar transversalmente as *competências digitais*;
2. Reforço e estímulo à habilidades cognitivas;
3. Introdução a uma linguagem de programação, o que facilita o aprendizado para qualquer outra;
4. Aprendizado em linguagem R, especializada em tratamento, análise e visualização de dados, utilizada em diversos setores acadêmicos e da indústria, e compatível com demais linguagens de ponta, algumas também inseríveis no ambiente RStudio (Python, JavaScript, C/C++);
5. Aprendizado em programação direcionada a conteúdos curriculares, o que pode reforçar a espiral de estímulo e resposta da apropriação de conhecimentos desses;
6. Aprendizado em gerenciamento de projetos, bem como organização de arquivos e pastas em trabalhos, acadêmicos ou não;
7. Papel central na apropriação, adaptação, e criação do conhecimento;
8. Facilitação na compreensão de temas complexos das grades curriculares, por simulações ou animações editáveis pelo estudante;
9. Introdução à técnicas de ciência de dados (*data science*, na solução de problemas por coleta de dados, filtragem, visualização, modelagem, e interpretação);
10. Introdução aos conceitos de compartilhamento de dados, códigos, e resultados, presentes em *Ciência Aberta* (Crüwell et al., 2019);
11. Compartilhamento de documentos, análises, gráficos, e demais objetos pertinentes a um projeto, expandindo a capacidade de produção técnica individual;

12. Possibilidade do ingressante em Universidade já ter sido capacitado no Ensino Básico à arquitetura de projetos digitais, seu acompanhamento, análises e relatórios;
13. Possibilidade de disseminação do uso das ferramentas por tutoria de educandos mais experientes;
14. Estímulo à busca de pacotes do R em áreas e temas de interesse pessoais (ex: criação musical, arte generativa);
15. Estímulo à leitura e interpretação em língua inglesa, frente à documentação de pacotes disponíveis no site dos desenvolvedores;

#### Para o educador

1. Capacitação profissional em ferramentas de ponta (R para linguagem computacional, e R Markdown para a criação de documentos dinâmicos);
2. Acompanhamento da contribuição individual em trabalhos de grupo (controle de revisões);
3. Apropriação de conceitos em *Open Science* e *Data Science*;
4. Envolvimento em conceitos de boas práticas educacionais com recursos computacionais de *Ensino Aberto* Grayson; Hilliker; Wares (2022) (*Open Educational Practices, Open Educational Resources*);
5. Aprendizado em gerenciamento de projetos;
6. Redução de plágio integral ou parcial de educandos, por controle de revisões dos documentos;
7. Possibilidade de desenvolvimento de situações simuladas de problemas reais, ou que exigem infraestrutura complexa (laboratório de pesquisa, por ex);
8. Possibilidade de execução, edição e criação de projetos para simulação de atividades experimentais;
9. Possibilidade de uso do sistema em pesquisa científica e análise de dados;
10. Construção de projetos envolvendo dados e *mundo real*, por interoperabilidade entre R e placas microcontroladas, tais como *Arduino*, bem como por comunicação entre dispositivos e a nuvem (*IoT*; internet das coisas);
11. Compreensão do *por que* e do *como* determinada análise é realizada num projeto compartilhado a colaboradores, revisores e supervisores;

12. Correção de código e texto por colaboradores de um projeto compartilhado;
13. Interação assíncrona envolvendo aprendizes e instrutores, permitindo organização e agendamentos individuais, embora mantendo a interatividade do processo - controle de revisões; (Eremeev; Trubienko; Zakharchuk, 2022);
14. Redução de problemas inerentes ao ensino tecnológico abordado por tentativa e erro;
15. Compartilhamento de documentos, análises, gráficos, e demais objetos pertinentes a um projeto, expandindo a capacidade de produção técnica individual;

#### Para a comunidade

1. Introdução (ex: *ensino básico*) ou fortalecimento (ex: *ensino superior*) de boas práticas para criação e gestão de projetos, bem como de análise e ciência de dados;
2. Transparência na condução de projetos compartilhados, e consequente ganho de qualidade no trabalho e estudos;
3. Compartilhamento de dados, códigos e resultados, o que pode acelerar a apropriação de novos conhecimentos. Essa disseminação flexibiliza contribuir a um progresso em desenvolvimento tecnológico e inovação, pela maior acessibilidade dos documentos em grupos de trabalho;
4. Aprende-se com o próprio trabalho. Novos aprendizes e instrutores podem utilizar o código compartilhado por indivíduos mais experientes, facilitando o início de uma análise, e permitindo-a lograr-se com condução mais rigorosa;
5. Compartilhamento de dados e códigos, o que aumenta as chances de revisão crítica por pares;
6. Redução do espectro de erros isolados (fraude, transcrição de dados, detalhes esquecidos em análises);
7. Habilidade para uso de sistema de controle de versões, presente na academia e indústria, estimulando a necessidade de múltiplas revisões a um produto final;
8. Possibilidade de aplicação e disseminação de boas práticas de *ER* em *pesquisa reproduzível*, de onde se origina, com consequentes vantagens correlatas, como idoneidade científica, reprodução independente de resultados, facilitação na condução da pesquisa, reutilização e aperfeiçoamento de códigos e análises, e consequente ganho de eficiência na produção científica.

Para a sociedade

1. Oferta de uma metodologia ativa em ensino e aprendizagem em qualquer modalidade (presencial, remoto, híbrido, a distância) e múltiplos níveis (ensino superior, médio, técnico, profissional), e por conseguinte uma solução de contorno às situações emergentes ou específicas (ex: isolamento individual ou social);
2. Construção de um ser humano mais integrado às competências digitais impostas pela *Indústria 4.0*, bem como à Educação 4.0 (ciência de dados, computação em nuvem, dados massivos, inteligência artificial, aprendizado de máquina) e 5.0 (humanização da tecnologia digital);
3. Valores agregados de capacitação para todos os envolvidos com ER, contribuindo para um quadro mais assertivo e competitivo, tanto na Educação, como no mercado de trabalho.

## Aderência da plataforma às políticas públicas em Educação

### Nacionais

Em 11 de janeiro de 2024 foi promulgada a [Lei 14.533](#) que instituiu a Política Nacional de Educação Digital (PNED). Entre seus alicerces encontra-se o eixo de Inclusão Digital, com estratégias para promoção de “*ferramentas on-line de autodiagnóstico de competências digitais, midiáticas e informacionais*”, “*treinamento de competências digitais*”, *bem como o “desenvolvimento e acesso a plataformas e repositórios de recursos digitais”*. *Em paralelo, também o eixo de Educação Digital Escolar, que visa “garantir a inserção da educação digital nos ambientes escolares, em todos os níveis e modalidades, a partir do estímulo ao letramento digital e informacional e à aprendizagem de computação, de programação, de robótica e de outras competências digitais”*.\*.

Com a aprovação das diretrizes do *novo Ensino Médio* pelo Conselho Nacional de Educação, e que enfatizam flexibilização curricular, formação técnica e integração tecnológica, a proposta alinha-se ao uso de ferramentas digitais e tecnologias emergentes, como programação e softwares educacionais. A Educação Profissional e Tecnológica (EPT) também é destacada, integrando capacitações técnicas em áreas como automação e desenvolvimento de software. A proposta dialoga com iniciativas federais, incluindo o Plano Nacional de Educação (PNE) 2024-2034 (PL 5665/23), e programas como a Escola em Tempo Integral do MEC, com 88% da rede já pactuada para matrículas (2024-25), a Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (Enec), o Programa Mais Ciência na Escola (MCTI/MEC), e a Chamada

CAPES para produtos de inovação tecnológica na educação. Complementam essas ações o recente programa Mais Professores para o Brasil, com ações coordenadas de valorização e qualificação profissional. Essas ações incluem remuneração mensal e poupança anual a licenciandos em Matemática, Física, Química e Biologia (Pé-de-meia Licenciaturas), a Prova Nacional Docente, e o Bolsa Mais Professores, para licenciados ou bacharéis com formação pedagógica à regiões carentes de profissionais.

## Globais

Em consonância aos programas públicos de incentivo à educação digital, diversas iniciativas globais para a melhoria do ensino-aprendizagem tem sido levadas a termos nos últimos anos, como a Educação 2030: O Futuro da Educação e das Competências. A proposta instituída pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) em 2015 prevê a composição de uma matriz conceitual de aprendizagem para as novas competências (conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) a serem inseridas nos currículos escolares dos países (Silva; Fernandes, 2019). Em paralelo, o programad da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) para Reimaginar Nossos Futuros Juntos: Um Novo Contrato Social para a Educação. A proposta recomenda integrar tecnologias digitais de forma ética e inclusiva (Nunes; Bassani, 2024) frente às transformações ambientais e sociais previstas para os próximos 30 anos.

Também sustentada sobre essa preocupação global, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU (Organização das Nações Unidas), tal como o ODS4, que busca “assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (Shulla et al., 2020). E retornando a solo pátrio, a Cúpula de Líderes do G20 reunida no Rio de Janeiro em novembro de 2024, e que defende em seu Relatório do G20 sobre Educação junto a boas práticas inclusivas e de valorização dos profissionais em educação, a integração tecnológica nas práticas educacionais, e o compartilhamento de conteúdo educacional digital (Group of Twenty (G20), 2024).

## A elaboração do capítulo

A formatação de texto (RMarkdown), gerenciamento bibliográfico, e compilação para documento dinâmico como arquivo DOCX, foram conduzidos com R (versão 4.3.3, fev/2024) em ambiente RStudio (versão 2024.09.1 Build 394), e pacote quarto (versão 1.4.4).

## Agradecimentos

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

## Referências

ANTOKHINA, Y.; BALONIN, N.; SERGEEV, M. «Living Books» and the advanced network technologies for education in a technical university. *Em:*, 2015. **Smart Education and Smart e-Learning**. [S. l.]: Springer, 2015. p. 129–139.

BARKER, P. Living books and dynamic electronic libraries. **The electronic library**, [s. l.], vol. 14, n.º 6, p. 491–501, 1996.

CRÜWELL, S. *et al.* Seven easy steps to open science. **Zeitschrift für Psychologie**, [s. l.], 2019.

EREMEEV, M. A.; TRUBIENKO, O. V.; ZAKHARCHUK, I. I. Applying a reproducible research approach to distance education. **Russ. Technol. J**, [s. l.], vol. 10, p. 86–92, 2022.

GODFREY, A. J. R. Statistical Software from a Blind Person’s Perspective. **R J.**, [s. l.], vol. 5, n.º 1, p. 73, 2013.

GRAYSON, K. L.; HILLIKER, A. K.; WARES, J. R. R Markdown as a dynamic interface for teaching: Modules from math and biology classrooms. **Mathematical biosciences**, [s. l.], vol. 349, p. 108844, 2022.

GROUP OF TWENTY (G20). **G20 Rio de Janeiro Leaders’ Declaration**. G20, 2024. Disponível em: <https://g20.org/wp-content/uploads/2024/11/G20-Rio-de-Janeiro-Leaders-Declaration-EN.pdf>. X

HIEBELER, D. E. **R and Matlab**. [S. l.]: CRC Press, 2018.

IHAKA, R. The r project: A brief history and thoughts about the future. **Univ. Auckl**, [s. l.], vol. 4, p. 22, 2017.

KNUTH, D. E. Literate programming. **The computer journal**, [s. l.], vol. 27, n.º 2, p. 97–111, 1984.

NUNES, J. M. G.; BASSANI, P. S. Reflexões sobre a educação do futuro em contexto Onlife. **Video Journal of Social and Human Research**, [s. l.], vol. 3, n.º 2, p. 1–9, 2024.

POWNALL, M. *et al.* Teaching open and reproducible scholarship: a critical review of the evidence base for current pedagogical methods and their outcomes. **Royal Society Open Science**, [s. l.], vol. 10, n.º 5, p. 221255, 2023.

RASSKAZOVA, O. *et al.* Key Competencies in the Digital Age and Transformation of Education. *Em:*, 2020. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. [S. l.]: IOP Publishing, 2020. p. 012093.

REDECKER, C. **European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu**. Joint Research Centre, European Commission, 2017. Disponível em: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu>. Acedido em: 24 jan. 2025.

RSTUDIO TEAM. **RStudio: Integrated Development Environment for R**. Boston, MA: Posit Software, PBC, 2023. Disponível em: <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>. X

SCHNEEDORF, J. M. Bioquanti, um website interativo para ensino-aprendizagem em Bioquímica. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [s. l.], vol. 21, n.º 1, p. 110–124, 2023.

SHULLA, K. *et al.* Sustainable development education in the context of the 2030 Agenda for sustainable development. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, [s. l.], vol. 27, n.º 5, p. 458–468, 2020.

SILVA, M. A. da; FERNANDES, E. F. O projeto educação 2030 da OCDE: uma bússola para a aprendizagem. **Revista Exitus**, [s. l.], vol. 9, n.º 5, p. 271–300, 2019.

TEAM, R. C. R language definition. **Vienna, Austria: R foundation for statistical computing**, [s. l.], vol. 3, n.º 1, p. 116, 2000.