



Laboratórios On-line na Educação Básica: uma revisão sistemática da literatura

José Pedro Schardosim Simão, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
schardosim.simao@ufrgs.br, <https://orcid.org/0000-0003-3599-2348>

Josiel Pereira, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
j.p.josiel@ufsc.br, <https://orcid.org/0000-0002-1317-4822>

Letícia Sophia Rocha Machado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
leticiamachado@ufrgs.br, <https://orcid.org/0000-0002-6353-1197>

Juarez Bento da Silva, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
juarez.silva@ufsc.br, <https://orcid.org/0000-0002-5604-0576>

Patrícia Alejandra Behar, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
patricia.besar@ufrgs.br, <https://orcid.org/0000-0001-6939-5678>

Resumo

Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de laboratórios on-line na educação básica. O estudo tem como objetivo mapear as principais tendências relacionadas ao uso de laboratórios virtuais, remotos e híbridos, identificando as disciplinas e os níveis educacionais em que são aplicados. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura. A busca resultou em 150 documentos de 4 bases de dados científicas entre os anos de 2020 e 2024, sendo 54 documentos selecionados para compor a análise. Os resultados mostram uma predominância do uso de laboratórios virtuais, que representaram 88,7% dos documentos analisados, seguidos pelos laboratórios remotos (9,4%) e híbridos (1,9%). Em termos de nível educacional, o Ensino Médio foi o mais explorado, com 79,6% dos estudos, enquanto as disciplinas com maior número de publicações foram Física, Ciências e Biologia.

Palavras-chave: laboratórios on-line, laboratórios remotos, laboratórios virtuais, educação básica

Online Laboratories in Basic Education: A Systematic Literature Review

Abstract

This work presents a systematic literature review on the use of online laboratories in K-12 education. The study aims to map the main trends related to the use of virtual, remote, and hybrid laboratories, identifying the subjects and educational levels in which they are applied. To achieve this, a systematic literature review was conducted. The search resulted in 150 documents from 4 scientific databases between the years 2020 and 2024, with 54 documents selected for analysis. The results show a predominance of the use of virtual laboratories, which represented 88.7% of the documents analyzed, followed by remote laboratories (9.4%) and hybrid laboratories (1.9%). In terms of educational level, high school was the most explored, with 79.6% of the studies, while the subjects with the highest number of publications were Physics, Science, and Biology.

Keywords: online laboratories, remote laboratories, virtual laboratories, K-12 education



1. Introdução

O avanço da tecnologia tem impactado significativamente a educação, tornando-a mais acessível e adaptável às necessidades dos estudantes. Com a introdução de recursos multimídia e ferramentas interativas, especialmente on-line, os processos de ensino e aprendizagem têm sido ampliados e diversificados. Esse movimento de integração digital também é evidente nas instituições de ensino públicas. A pesquisa TIC Educação (Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2023) revela que 82,5% das escolas públicas no Brasil possuem acesso à internet em suas salas de aula. Em contrapartida, quando se trata de laboratórios de ciências, apenas 49,7% das escolas de ensino médio contam com acesso a essa infraestrutura, com índice ainda menor no ensino fundamental com 25,5% nos anos finais e 10,7% nos anos iniciais, conforme dados do Ministério da Educação (2024).

Nesse sentido, o crescimento das tecnologias digitais abriu novas possibilidades para as atividades experimentais. Os laboratórios on-line surgiram como uma alternativa para a realização de práticas científicas via web, e podem ser classificados em três categorias: laboratórios virtuais, que envolvem simulações on-line; laboratórios remotos, que permitem a manipulação de equipamentos físicos a distância via internet; e laboratórios híbridos, que combinam elementos de ambos (Nicolete *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2020).

Entende-se que entre os principais benefícios dessa tecnologia está a flexibilidade em termos de acesso e uso: os alunos podem realizar experimentos a qualquer momento e lugar, promovendo uma experiência de aprendizado mais personalizada. Além disso, essa modalidade pode contribuir para a redução de custos relacionados à manutenção e armazenamento de equipamentos nos laboratórios tradicionais (Silva *et al.*, 2020).

Estes laboratórios são utilizados em diversas áreas e níveis educacionais. Vidotto *et al.* (2022) utiliza laboratórios virtuais no ensino de engenharia, Bruno *et al.* (2021) trata do desenvolvimento de um laboratório remoto para o ensino de circuitos, enquanto Jardim *et al.* (2014) traz um laboratório virtual para o ensino de computação na nuvem. Esta tecnologia também tem sido utilizada há algum tempo na educação básica, como a iniciativa apresentada por Simão *et al.* (2013), que aborda o uso de laboratórios remotos no ensino médio.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é levantar as principais tendências relacionadas ao uso de laboratórios on-line na educação básica, identificando as disciplinas e os níveis educacionais em que são aplicados. Além desta seção de Introdução, o trabalho apresenta na Seção 2 trabalhos relacionados, na Seção 3 seus procedimentos metodológicos, na Seção 4 a análise dos resultados e discussão, e na Seção 5 as conclusões do estudo.

2. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza aplicada, utilizando uma abordagem qualitativa. Em relação aos objetivos, o estudo é classificado como descritivo, e os procedimentos técnicos adotados caracterizam este trabalho como uma pesquisa bibliográfica. A técnica principal, a revisão sistemática da literatura, é explicada por Kitchenham e Charters (2007) como “um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma determinada questão de pesquisa, área temática ou fenômeno de interesse”. Com isso, esta revisão tem como objetivo mapear estudos primários relacionados às tendências no uso de laboratórios on-line na educação básica.

Para a realização da revisão, o estudo seguiu o modelo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que foi desenvolvido para orientar os revisores na elaboração de relatos transparentes sobre os motivos, métodos e resultados da



revisão. O modelo PRISMA inclui um fluxograma e dois checklists que orientam os autores durante o processo de revisão e meta-análise (Page *et al.*, 2021).

As questões de pesquisa definidas a partir do objetivo delineado são apresentadas a seguir, no Quadro 1:

Quadro 1 – Questões de pesquisa

	Questões de Pesquisa
Q1	Quais tipos de laboratório on-line estão sendo utilizados na educação básica?
Q2	Quais são os níveis em que laboratórios on-line estão sendo aplicados na educação básica?
Q3	Quais as disciplinas onde laboratórios on-line estão sendo aplicados na educação básica?
Q4	Quais as principais tendências na aplicação de laboratórios on-line na educação básica?

Fonte: Elaborado pelos autores

A pesquisa foi conduzida nas bases de dados de produção científica ACM Digital Library, IEEEExplore, Scopus e Web of Science, utilizando palavras-chave em inglês, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Palavras-chave utilizadas

Categoria	Palavras-chave
Laboratórios On-line	<i>online laboratories</i> <i>remote laboratories</i> <i>simulations</i> <i>virtual laboratories</i>
Educação Básica	<i>basic education</i> <i>high school</i> <i>k-12</i> <i>middle school</i> <i>primary education</i> <i>primary school</i> <i>secondary education</i>

Fonte: Elaborado pelos autores

A query de busca agrupa as palavras-chave da mesma categoria com o operador booleano OR, e entre categorias com o operador AND, considerando Título e Resumo, e documentos publicados entre 2020 e 2024, e é apresentada a seguir:

("online laborator*" OR "remote laborator*" OR "simulation" OR "virtual laborator*") AND ("basic education" OR "high school" OR "k-12" OR "middle school" OR "primary education" OR "primary school" OR "secondary education")

Os critérios de inclusão e exclusão desta pesquisa são apresentados no Quadro 3 a seguir:

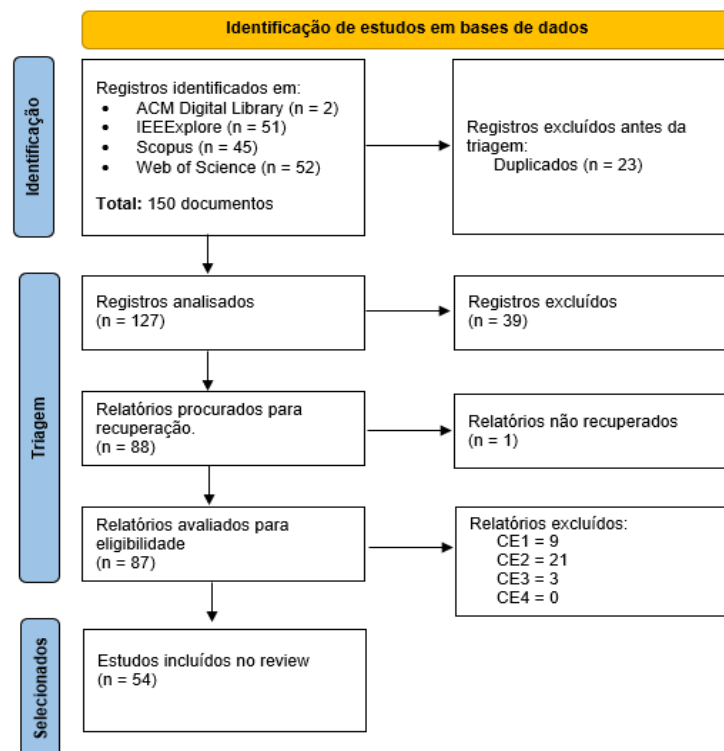
**Quadro 3 – Critérios de Inclusão e Exclusão**

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
CI1 - Estudos que abordam laboratórios on-line e educação básica	CE1 - Estudos irrelevantes para as perguntas de pesquisa CE2 - Estudos que não abordam a temática da pesquisa CE3 - Estudos que tratam de outros níveis de ensino CE4 - Teses, dissertações, relatórios, livros e normas

Fonte: Elaborado pelos autores

3. Análise e Discussão dos Resultados

A busca nas bases foi conduzida em 20 de setembro de 2024 e retornou inicialmente 150 documentos: 2 da ACM Digital Library, 51 da IEEEExplore, 45 da Scopus e 52 da Web of Science. Foram então removidos 23 trabalhos duplicados, e após a leitura do título e resumo, foram removidos 39 trabalhos que não tratavam da temática da pesquisa. No entanto, foi ainda desconsiderado um documento com texto completo não disponível, restando para a leitura completa 87 documentos. Após a leitura do texto completo, foram selecionados 54 documentos. O resultado de cada etapa do protocolo está detalhado na Figura 1, sendo que os trabalhos selecionados são listados no quadro disponível neste link¹, identificados numericamente.

Figura 1 - Etapas realizadas na revisão

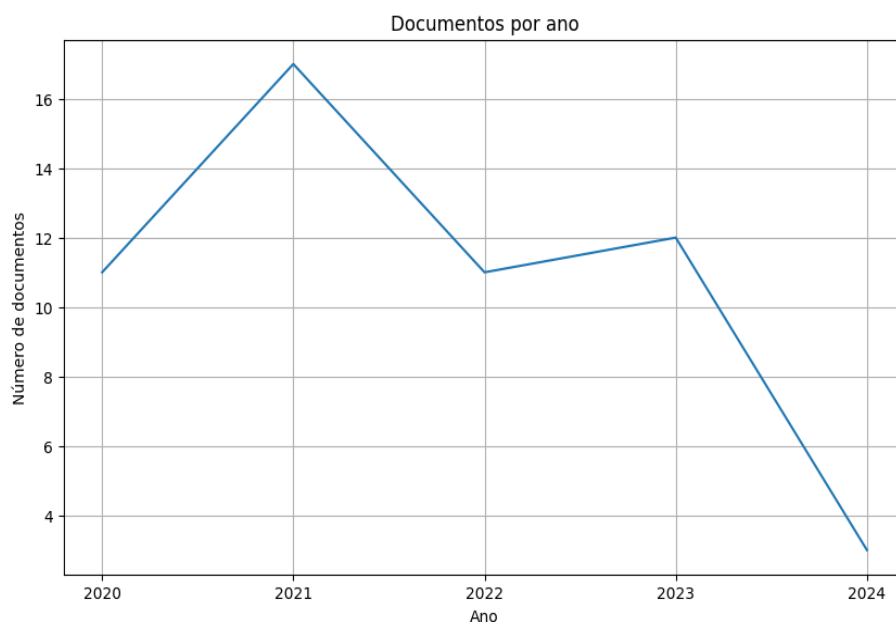
Fonte: Elaborado pelos autores

¹ https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vQ5xEMGTqkkEps_kja4g85yysnGIQ7D-bv9mFG0ggAiQ3377Ov9ro6Mz6zZEMA1UczUO_wBaIRllc4j/pub



Portanto, ao analisarmos o número de documentos por ano (Figura 2), observa-se um pico de publicações em 2021, com 17 documentos, seguido por uma queda nos anos subsequentes. Esse aumento em 2021 pode estar relacionado ao contexto da pandemia de COVID-19, durante o qual houve um aumento tanto na produção acadêmica quanto na divulgação de pesquisas relacionadas à educação remota e ao uso de tecnologias digitais.

Figura 2 - Documentos por ano



Fonte: Elaborado pelos autores

No que diz respeito à questão de pesquisa Q1, que aborda os tipos de laboratório, a grande maioria dos documentos, 88,7% (n=48), corresponde a laboratórios virtuais, sendo representados pelos documentos com os seguintes identificadores: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 51, 53]. Em seguida, 9,4% (n=5) dos documentos utilizam laboratórios remotos, representados pelos identificadores [29, 49, 50, 52, 54]. Finalmente, apenas 1,9% (n=1) dos documentos descrevem o uso de laboratórios híbridos, correspondendo ao documento de identificador [25].

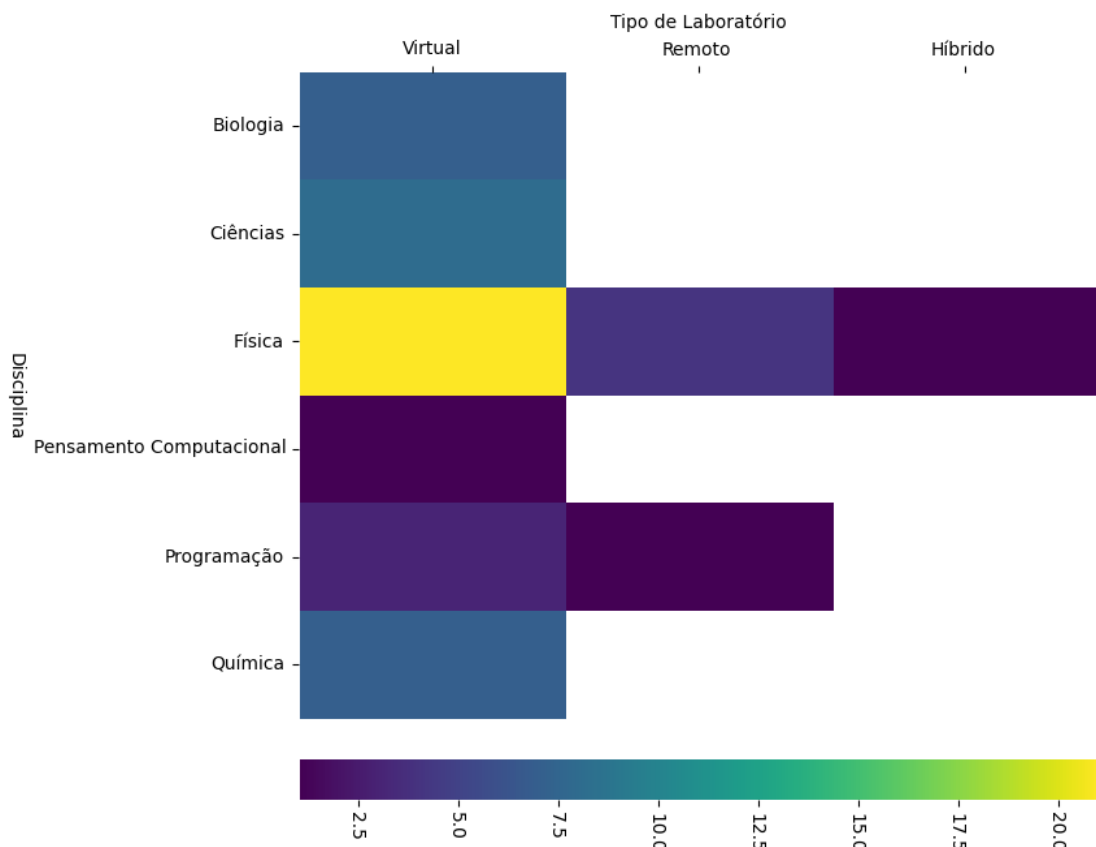
No que tange a questão Q2, que aborda os níveis da educação básica, a maior parte dos documentos, 79,6% (n=43), refere-se ao Ensino Médio, sendo representados pelos identificadores [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 34, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 54]. Em seguida, 13% (n=5) dos documentos estão relacionados ao Ensino Fundamental 2, com os identificadores [24, 31, 33, 35, 39, 47, 53]. Por fim, 7,4% (n=4) dos documentos referem-se ao Ensino Fundamental 1, representados pelos identificadores [10, 14, 28, 41]. Isso demonstra que a maioria das iniciativas e estudos sobre laboratórios está concentrada no Ensino Médio, com menor enfoque no Ensino Fundamental.

Já quanto à questão Q3, que aborda as disciplinas alvo das pesquisas, a maior parte dos documentos, 50% (n=24), corresponde à disciplina de Física, representada pelos IDs [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100].

4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 23, 25, 26, 29, 32, 40, 44, 45, 48, 49, 50]. Em seguida, Ciências ocupa 14,8% (n=8) dos documentos, com os IDs [30, 31, 33, 39, 42, 46, 47, 53], enquanto Biologia e Química representam 13% (n=7) cada. Biologia é referenciada pelos documentos [1, 15, 20, 21, 27, 28, 35] e Química pelos documentos [9, 34, 36, 37, 38, 41, 43]. Programação corresponde a 9,4% (n=4), com os IDs [13, 14, 22, 54], e Pensamento Computacional, com apenas 1,9% (n=1), é representado pelo documento [10].

Quando relacionamos as variáveis disciplina e tipo de laboratório, Física destaca-se pelo uso de todos os tipos de laboratório, com uma alta concentração em laboratórios virtuais e remotos, sendo a única disciplina que utiliza o formato híbrido. Ciências, Biologia, Química, Programação e Pensamento Computacional utilizam majoritariamente laboratórios virtuais. No entanto, Física e Programação também fazem uso significativo de laboratórios remotos. A coloração mais intensa (amarela) em Física indica uma quantidade maior de documentos, especialmente no contexto de laboratórios virtuais e remotos.

Figura 3 - Relação entre Disciplina e Tipo de Laboratório

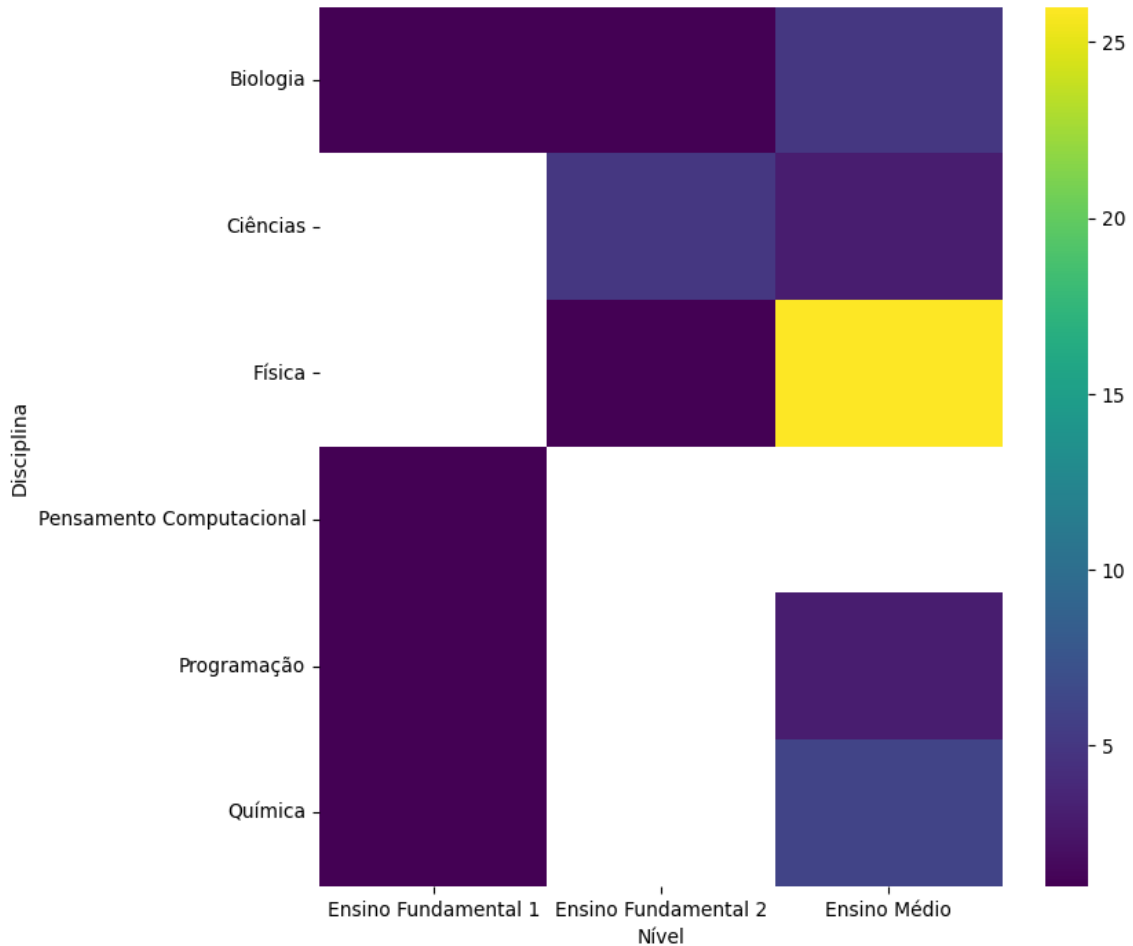


Fonte: Elaborado pelos autores

Por outro lado, ao relacionar disciplina e nível educacional, observa-se que a disciplina de Física possui uma maior quantidade de documentos no Ensino Médio, especialmente com uma coloração amarela, indicando o maior volume de registros nesta combinação. Biologia e Ciências possuem uma distribuição mais equilibrada entre os níveis de Ensino Fundamental 2 e Ensino Médio, enquanto Pensamento Computacional se concentra exclusivamente no Ensino Fundamental 1. As disciplinas de Programação e Química têm uma distribuição mais moderada,

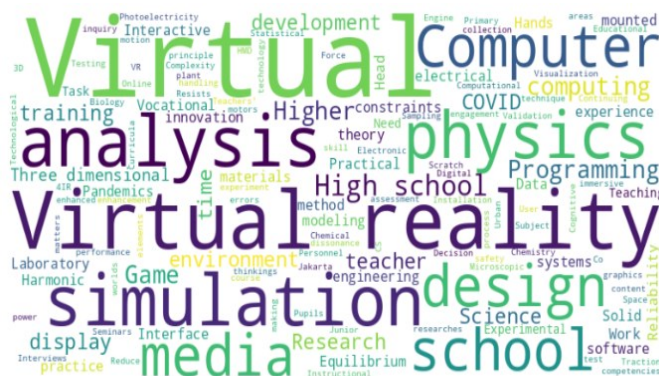
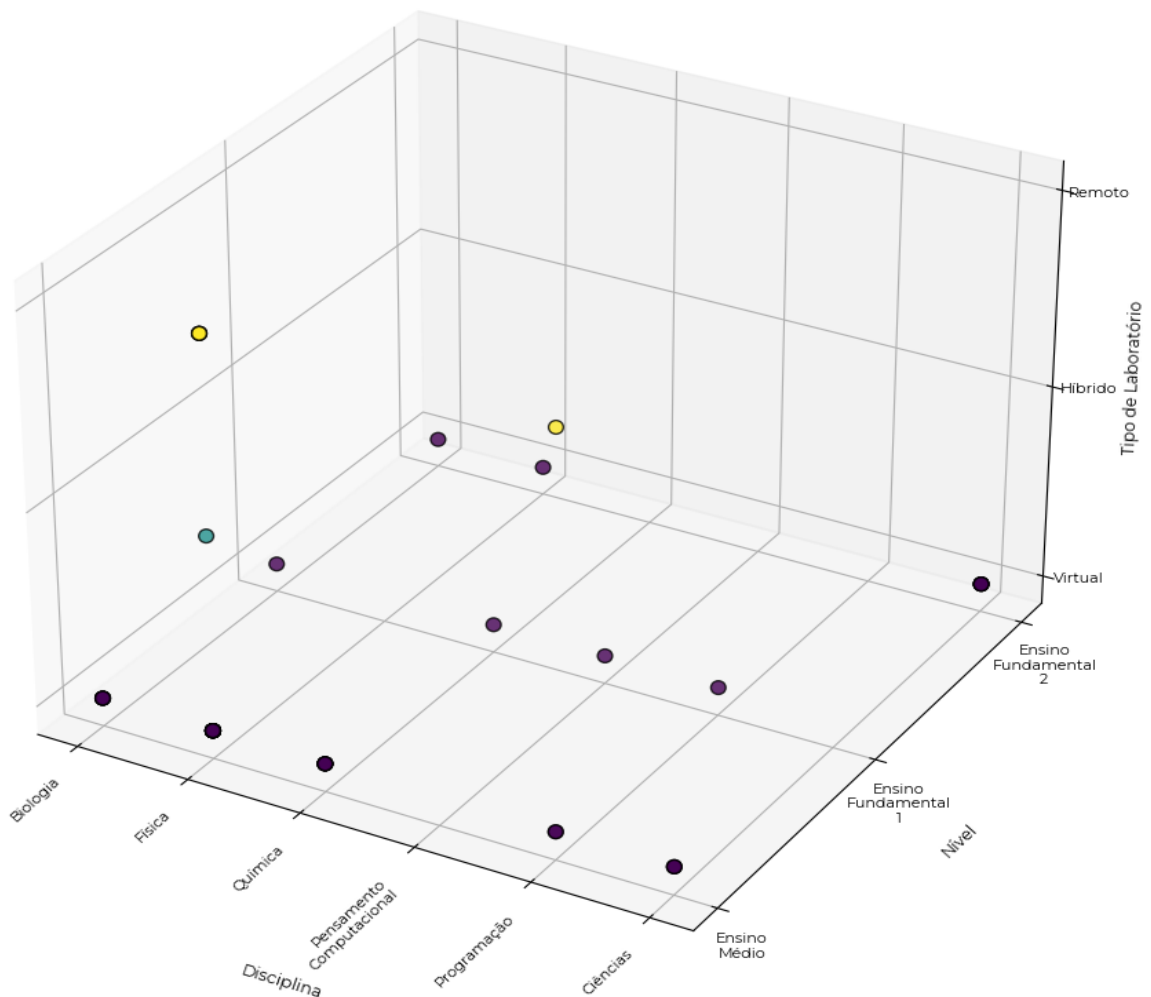
com maior presença no Ensino Médio, e destaque em Química também no Ensino Fundamental 2.

Figura 4 - Relação entre Disciplina e Nível Educacional



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao relacionar as três variáveis (Figura 5), a maioria dos pontos está concentrada no eixo dos laboratórios virtuais, indicando que esse tipo de laboratório é o mais utilizado em diversas disciplinas e níveis educacionais. Além disso, o gráfico sugere que o uso de laboratórios remotos e híbridos é menos frequente, mas, quando utilizados, parecem estar associados a disciplinas como Biologia, em níveis mais avançados, como o Ensino Médio.





Logo, pode-se destacar o trabalho [6], no qual os autores apresentam o conceito de Laboratórios Remotos Estendidos (XRL, *Extended Remote Laboratory*) integrando tecnologias de realidade estendida (XR), como realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR), com laboratórios remotos tradicionais. Além disso, os autores apresentam uma arquitetura para o seu desenvolvimento baseada em gêmeos digitais.

4. Conclusão

Os laboratórios on-line, em suas diferentes modalidades (virtuais, remotos e híbridos), têm desempenhado um papel fundamental na adaptação das atividades experimentais para o ambiente educacional digital, especialmente em resposta à pandemia de COVID-19. A predominância dos laboratórios virtuais reflete a acessibilidade e a facilidade de implementação desse formato, que tem sido amplamente adotado em diversas disciplinas e níveis de ensino. Entretanto, ainda há espaço para o crescimento de laboratórios híbridos e remotos, que, embora menos utilizados, apresentam potencial para uma maior aplicação em disciplinas práticas e científicas.

Ao analisar os níveis educacionais, observamos que o Ensino Médio tem sido o principal foco das iniciativas de laboratórios on-line. Esse resultado pode estar relacionado à complexidade das disciplinas abordadas nesse nível, que exigem mais atividades experimentais e práticas. No entanto, o Ensino Fundamental também aparece como um campo em crescimento, principalmente no uso de laboratórios virtuais, o que pode indicar uma ampliação futura do uso dessas ferramentas nas séries iniciais.

Em termos de disciplinas, a Física se destaca como a área com maior uso de laboratórios on-line, tanto virtuais quanto remotos. Isso sugere que a natureza experimental da Física favorece o uso dessas tecnologias. Outras disciplinas, como Ciências, Biologia e Química, também fazem uso significativo de laboratórios virtuais, enquanto áreas como Programação e Pensamento Computacional começam a se beneficiar dessas ferramentas, embora ainda em menor escala. Além disso, é possível destacar dentre as tendências para desenvolvimento da área, a realidade estendida, demonstrando a importância crescente dos laboratórios on-line na educação e indicando caminhos para futuras pesquisas e aprimoramento dessas tecnologias.

Por fim, analisar as tendências no uso de laboratórios on-line na educação básica contribui para compreender como essas tecnologias podem enriquecer as práticas de ensino. A análise apresentada permite identificar os desafios e oportunidades na área, promovendo uma melhor adaptação às necessidades educacionais e garantindo que estudantes de diferentes contextos tenham acesso a experiências práticas significativas, mesmo quando existem limitações de infraestrutura.

Referências

BRUNO, J. P. B.; OLIVEIRA, T.; OLIVEIRA, A. M. de. Desenvolvimento de um laboratório remoto de FPGA: Indo em direção a um laboratório híbrido. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 309–319, 2021.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. **TIC Educação 2022: Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras**. [S. l.]:

V. 22 Nº 3, dezembro, 2024

RENOTE

DOI:



COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL, 2023. Disponível em: https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20231122132216/tic_educacao_2022_livro_completo.pdf. Acesso em: 31 mar. 2024.

FARIAS FILHO, M. C.; ARRUDA FILHO, E. J. M. **Planejamento da Pesquisa Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. [S. l.: s. n.], 2022.

JARDIM, R. R. *et al.* U-Lab Cloud: uma proposta de laboratório virtual ubíquo baseado em cloud computing. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/50282>. Acesso em: 9 out. 2024.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. [S. l.]: Keele University e Durham University, 2007. Disponível em: <https://www.bibsonomy.org/bibtex/aed0229656ada843d3e3f24e5e5c9eb9>. Acesso em: 1 jan. 2023.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 237–248, 1993.

MEC. Painel Estatístico - Censo Educacional 2023. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2ViNDJjNDk0MTM0OC00ZmFhLWlyZWYtZjI1YjU0NzQzMjJhIiwidCI6IjI2ZjczODk3LWM4YWYtNGIxZS05NzhmLVVhNGMwNzc0MzRiZiJ9>. Acesso em: 4 dez. 2024.

NICOLETE, P. C. *et al.* Analysis of student motivation in the use of a Physics Augmented Remote Lab during the Covid-19 pandemic. In: PROCEEDINGS OF THE IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON 2021): WOMEN IN ENGINEERING, 2021. **Anais [...]**. [S. l.]: IEEE, 2021. p. 1040–1047. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9454104>. Acesso em: 1 jan. 2023.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, [s. l.], v. 372, p. n71, 2021.

RODRÍGUEZ-GIL, L.; GARCÍA-ZUBIA, J.; ORDUÑA, P.; LÓPEZ-DE-IPÍÑA, D. Towards New Multiplatform Hybrid Online Laboratory Models. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 10, n. 3, p. 318–330, 1 jul./set. 2017. DOI: 10.1109/TLT.2016.2591953.

SILVA, J. B. da *et al.* Laboratórios Remotos como Alternativa para Atividades Práticas em Cursos na Modalidade EAD. **EaD em Foco**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2020. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/942>. Acesso em: 1 jan. 2023.

SIMÃO, J. P. S. *et al.* Utilização de Experimentação Remota Móvel no Ensino Médio. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/41701>. Acesso em: 19 out. 2024.

VIDOTTO, K. N. S. *et al.* Scratch nas Engenharias: Alunos desenvolvedores de experimentos para laboratório virtual. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 358–367, 2022.