

LABORATÓRIO VIRTUAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: UMA ALTERNATIVA PARA AULAS REMOTAS

VIRTUAL LABORATORY FOR THE TEACHING OF NATURE SCIENCES: AN ALTERNATIVE TO REMOTE CLASSES

Talita Guilherme da Silva

Graduada em Agroindústria, Universidade Federal da Paraíba, CCHSA, Bananeiras-PB.
E-mail: talitatathy20@gmail.com

Thiago Vinícius Silva de Medeiros

Graduando em Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, CCHSA, Bananeiras-PB.
E-mail: thiagoagricola22@gmail.com

Guilherme Leocárdio Lucena dos Santos

Doutor em Química Inorgânica, Universidade Federal da Paraíba, CCHSA, Bananeiras-PB.
E-mail: guilhermelucena@cchsa.ufpb.br

Max Rocha Quirino

Professor/Doutor, Universidade Federal da Paraíba, CCHSA, Bananeiras-PB.
E-mail: maxrochaq@gmail.com

RESUMO

As atividades experimentais são práticas indispensáveis no processo de construção do conhecimento das ciências da natureza. A ausência de laboratórios de ciências é uma realidade presente na maioria das escolas, principalmente na rede pública de ensino. A inclusão de ferramentas virtuais na educação tem sido identificada como uma alternativa para ilustrar a teoria e, sobretudo, os aspectos práticos de aulas experimentais. A utilização de laboratórios virtuais tornou-se viável pois, esses instrumentos puderam simular fenômenos químicos, físicos ou biológicos que se aproximaram muito da realidade. Este relato de experiência tem como finalidade apresentar a ação extensionista que foi executada mediante a realização de atividades experimentais utilizando o simulador virtual PhET®, o qual foi desenvolvido pela Universidade do Colorado (Boulder, EUA), disponível de forma gratuita na internet. Encontros remotos foram realizados, através da plataforma google meet, em uma escola pública da rede estadual de ensino da Paraíba, situada no município de Bananeiras, PB. Em consonância com os conteúdos teóricos ministrados pelos professores, simulações experimentais foram aplicadas com os estudantes de modo a complementar a compreensão dos fenômenos estudados. A aplicação do simulador PhET® possibilitou aos alunos visualizarem atividades experimentais que contribuiu significativamente para compreensão dos conteúdos e consequentemente para o aprendizado.

Palavras-chave: Ensino de ciências da natureza. Atividades Remotas. Laboratório Virtual.

ABSTRACT

Experimental activities are essential practices in the process of building knowledge in natural

sciences. The absence of science laboratories is a reality present in most schools, especially in the public school. The inclusion of virtual tools in education has been identified as an alternative to illustrate the theory and, above all, the practical aspects of experimental classes. The use of virtual laboratories became viable because these instruments could simulate chemical, physical or biological phenomena that were very close to reality. This experience report aims to present the extensionist action that was performed by carrying out experimental activities using the PhET® virtual simulator, which was developed by the University of Colorado (Boulder, USA), available free of charge on the internet. Remote meetings were held, through the google meet platform, in a school of Paraíba, located in the Bananeiras city. In line with the theoretical contents taught by the professors, experimental simulations were applied with the students in order to complement the understanding of the studied phenomena. The application of the PhET® simulator allowed students to visualize experimental activities that contributed significantly to understanding the contents and consequently to learning.

Keywords: Natural Science teaching. Remote Activities. Virtual Laboratory.

INTRODUÇÃO

Em muitas escolas públicas de ensino básico, os recursos pedagógicos disponíveis ao professor se limitam apenas à caneta ou giz. Esta realidade é largamente conhecida na esfera da educação, principalmente no ensino das ciências da natureza. De acordo com Laburú, Arruda e Nardi (2003), as velhas estratégias de ensino do quadro e giz, atreladas ao velho coercitivo e exclusivo paradigma pedagógico objetivista, baseado na lógica da “doação” do saber, que privilegia a audição em detrimento da fala, são insuficientes em assegurar que os aprendizes realmente aprendam os conceitos científicos.

O estudo das ciências da natureza requer a compreensão de sistemas e fenômenos que se distanciam da realidade dos estudantes, uma vez que, baseiam-se em modelos teóricos abstratos tornando necessária a utilização de experimentos para uma melhor compreensão destes fenômenos. Além disso, baseado em uma perspectiva construtivista, as pré-concepções dos alunos sobre os fenômenos e sua atuação nas aulas práticas de ciências da natureza são férteis fontes de investigação para os pesquisadores como elucidação do que pensam e como é possível fazê-los progredir no raciocínio e análise dos fenômenos (KRA-SILCHIK, 2000).

De modo geral, o ensino de ciências da natureza necessita que a teoria discutida e trabalha-

da em sala de aula seja experimentada, confirmada e, sobretudo, que possa existir uma construção de conhecimento e não uma mera repetição de teorias e crenças. Atividades de ensino atreladas às práticas de laboratórios têm sido defendidas na literatura como uma das razões motivacionais no desenvolvimento dos estudantes. Pois, mediante a experimentação, o próprio aluno obtém a oportunidade de planejar e executar seus experimentos. Desta forma, a atividade pedagógica pode contribuir para o enfrentamento das dificuldades cotidianas dos educandos, na resolução de problemas e na reflexão dos resultados encontrados (FOLMER et al., 2009). Nesse sentido, Lewin e Lomascólo (1998) argumentam que a formulação de hipóteses, preparação de experiências, coleta de dados e análise de resultados, favorecem fortemente a motivação dos estudantes, pois quando as atividades de laboratório são encaradas como ‘projetos de investigação’, faz com que os estudantes adquiram atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, confrontar resultados, obterem mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

Diante desta realidade, faz-se necessário a utilização de laboratórios devidamente equipados para que assim as escolas possam oferecer recursos necessários para que o professor possua soluções didáticas para exercer sua função de facilitador na construção do conhecimento (LUCENA et al., 2013).

No entanto, a ausência de laboratórios didáticos para realização de experimentos é uma

realidade vivenciada pela maioria das escolas públicas no Brasil. De acordo com o censo escolar realizado em 2018, 55,9% das escolas de ensino médio da rede pública de ensino não possuem laboratórios de ciências, e apenas 8,6% das escolas de ensino fundamental apresentam estrutura física laboratorial (BRASIL, 2022).

O surgimento da pandemia do COVID-19, vivenciada mundialmente, promoveu um novo cenário educacional, que sofreu grandes restrições e reformulações, passando a propor uma adaptação em todas as modalidades. O ensino remoto passou a ser considerado a alternativa primordial para garantir as atividades educacionais em meio ao distanciamento e isolamento social (CUNHA, SILVA e SILVA, 2020). Atrrelado as dificuldades vivenciadas no ensino presencial, a pandemia propôs um desafio ainda maior, o de realizar atividades experimentais de forma virtual.

A introdução de instrumentos virtuais na educação, no contexto das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tem sido identificada como uma necessidade em todos os níveis educacionais, para ilustrar a teoria e, sobretudo, os aspectos práticos. A questão mais importante do uso de laboratórios virtuais é o fato de que esses instrumentos podem simular fenômenos físicos, químicos e biológicos que se aproximam muito da realidade, conforme afirmam Silva e Mercado (2020), Pascoin e Carvalho (2021) e Veraset et al., (2022). Ambos afirmam que a utilização dos recursos computacionais aplicados ao ensino de ciências da natureza estimulou a curiosidade e o interesse dos alunos envolvidos, ampliando a capacidade de resolver problemas e compreender conceitos básicos. Uma das principais vantagens da utilização de instrumentos virtuais consiste no fato de que os estudantes possam conduzir experimentos científicos usando diferentes softwares. Outras vantagens dos laboratórios virtuais são: a instrumentação de baixo custo, a portabilidade entre diferentes plataformas, a interface de usuário relativamente fácil e conectividade TCP/IP (BORCEA et al., 2008).

Segundo Figueiredo e Brasil (2017), os “laboratórios virtuais constituem recursos mediacionais capazes de aumentar o protagonismo dos

estudantes nas atividades de ensino e aprendizagem das ciências”, pois conforme apresentam Santos et al. (2018), no laboratório virtual, “o aluno é capaz de manejar os aparatos que se encontram no laboratório físico a partir de qualquer lugar remoto”. Ainda sobre este aspecto, Amaral et al. (2011) afirmam que “esta ferramenta [o laboratório virtual] poderá contribuir para auxiliar as intervenções do professor e favorecer a autonomia dos alunos, estimulando-os na construção de conhecimentos significativos”.

Neste sentido, este relato de experiência tem como objetivo apresentar as atividades experimentais, de ciências da natureza, realizadas remotamente em uma escola pública de ensino básico, utilizando recursos digitais em um laboratório virtual gratuito.

METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido de forma remota em uma escola de ensino médio da rede estadual de ensino da Paraíba, localizada no município de Bananeiras, PB, na microrregião do brejo paraibano, durante o ano letivo de 2021. O critério para a seleção da escola levou em consideração à ausência de laboratórios em sua infraestrutura, bem como de materiais didáticos para a realização de experimentos de ciências naturais.

A equipe executora foi composta de 4 integrantes, dos quais: dois são alunos extensionistas (uma aluna bolsista e um aluno voluntário) do programa de extensão (PROBEX/UFPB), provenientes dos cursos de bacharelado em Agroindústria e Licenciatura em Ciências Agrárias da UFPB; e dois coordenadores/orientadores (um docente e um servidor técnico-administrativo, ambos da UFPB). Tal ação foi proveniente de um projeto de extensão financiado pela Pró-reitoria de Extensão da Universidade Federal da Paraíba (PROEX/UFPB), edital nº03/2021.

O público alvo foi composto por 35 estudantes regularmente matriculados na 1ª série do ensino médio. Após um diálogo entre a equipe executora do projeto e a coordenação pedagógica da escola, optou-se pelo desenvolvimento da ação de extensão com esta turma devido

ao fato de que todos os estudantes atendidos eram novatos na série e no ensino médio. O objetivo primordial era promover uma nova percepção do estudo das ciências naturais tendo como ferramenta principal a simulação experimental. Além dos estudantes, o projeto envolveu 2 docentes da área de ciências da natureza.

Objetivando sanar a ausência de atividades pedagógicas em laboratórios de ciências devido à ausência dos mesmos nas escolas públicas e/ou o efeito da pandemia do COVID-19, o presente trabalho consistiu-se na aplicação de simulações computacionais de forma remota através do software PhET®, uma plataforma de simulações disponível de forma gratuita e acessível na internet através da homepage https://phet.colorado.edu/pt_BR/. O software foi fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman. O projeto PhET Simulações Interativas da Universidade do Colorado em Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências.

Para alcançar os objetivos do projeto, foi organizado um cronograma de atividades, dividido em três etapas. A primeira etapa consistiu em reuniões periódicas virtuais, entre os alunos extensionistas do projeto e o professor da escola pública, por meio da plataforma google meet, na qual ocorreu o planejamento das ações de extensão, com objetivo de obter-se um direcionamento mais específico além de

efetivar a distribuição das atividades a serem executadas em sua vigência.

Na segunda etapa, após o planejamento prévio, foram selecionados alguns temas específicos das ciências da natureza, abrangendo os conteúdos: Fenômenos químicos e físicos; Termometria; Matéria e Energia; Estrutura Atômica; Propriedades Atômicas; Movimento dos Corpos; Luz e Radiação. Esses temas foram colocados em discussão e designados aos alunos bolsistas e voluntários, que participaram ativamente do desenvolvimento do projeto. Antes da execução das aulas com os alunos da escola pública, os extensionistas realizaram exposições orais, por meio de seminários temáticos (com o intuito de aprimorar a didática de ensino), sob a supervisão dos coordenadores/orientadores do projeto.

A terceira etapa foi a execução do projeto na escola, onde ocorreu as ministrações das aulas, utilizando o software PhET®, através da plataforma google meet. Após as exposições, realizou-se a aplicação de questionários aos estudantes e professores contendo questões com perguntas pertinentes às atividades realizadas com intuito de avaliar as contribuições acerca da compreensão dos conteúdos expostos, bem como o grau de aceitação do recurso computacional utilizado. Ao todo, foram ministradas 14h/aulas, em 7 encontros virtuais. A Tabela 1 apresenta os temas, os experimentos desenvolvidos e os links da homepage PhET®.

Tabela 1 – Descrição das atividades experimentais realizadas no software PhET®

Conteúdo	Título do Experimento	Endereço eletrônico
Fenômenos químicos e físicos	Formas de energia e transformações	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-forms-and-changes
Termometria	Propriedades dos gases	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gas-properties
Matéria e Energia	Estados da matéria	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter
Estrutura Atômica	Monte um átomo	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/build-an-atom
Propriedades atômicas	Isótopos e massa atômica	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/isotopes-and-atomic-mass
Movimento dos corpos	Forças e movimento: noções básicas	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/forces-and-motion-basics
Luz e radiação	Visão colorida	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision

Fonte: Elaboração própria (2022).

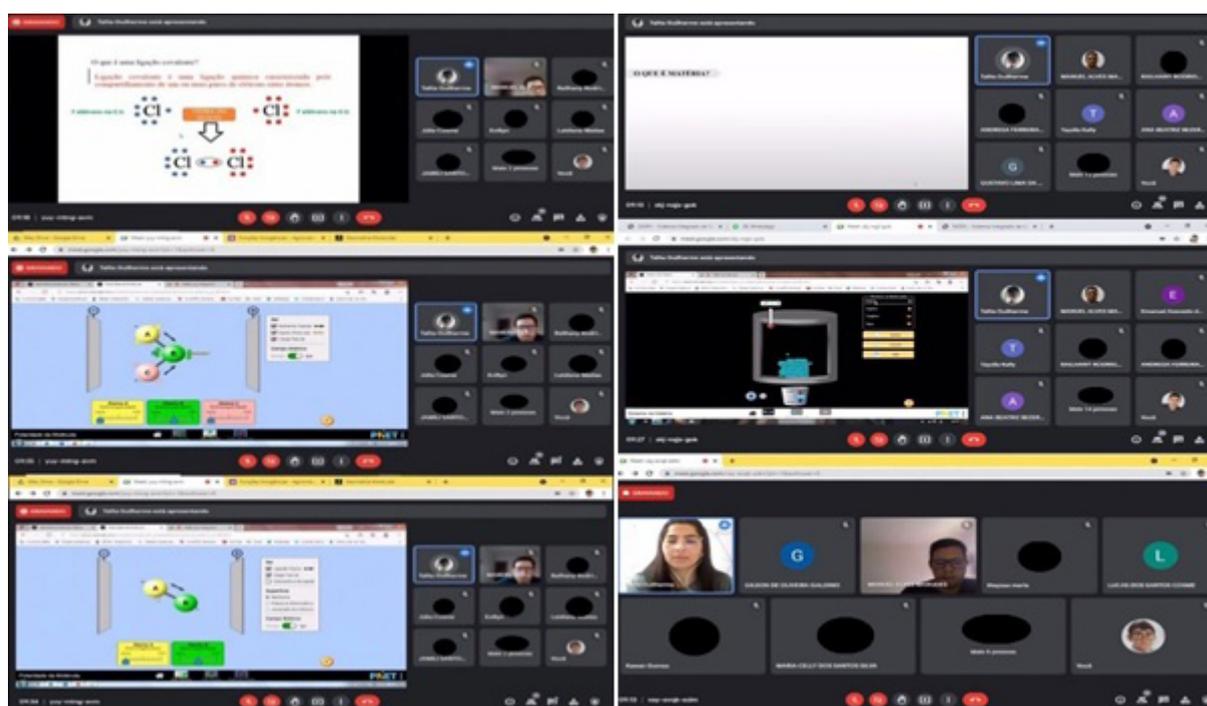
Em razão da pandemia da COVID-19 e a impossibilidade da execução de atividades presenciais, o projeto buscou meios alternativos para adequar-se à nova realidade. Desta forma, objetivando expor à comunidade acadêmica e externa todas as ações que fossem desenvolvidas, elaborou-se um perfil na rede social Instagram (@conectados.com.aquimica) para tornar público todas as ações de extensão, tais como: reuniões, seminários temáticos e atividades desenvolvidas nas escolas. O intuito da ação de extensão foi promover atividades que aproximasse o conhecimento acadêmico à comunidade, e que essa aproximação resultasse em melhorias no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes atendidos,

visando minimizar os danos educacionais que a pandemia proporcionou.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo das discussões nos seminários, a equipe executora buscou alinhar as atividades experimentais com os conteúdos ministrados pelos professores da escola de modo a propor uma sequência de experimentos. A Figura 1 apresenta algumas imagens das atividades experimentais realizadas no software PhET®, através das aulas remotas pela plataforma google meet.

Figura 1 – Atividades de extensão desenvolvida usando o PhET® através do google meet



Fonte: Própria (2021).

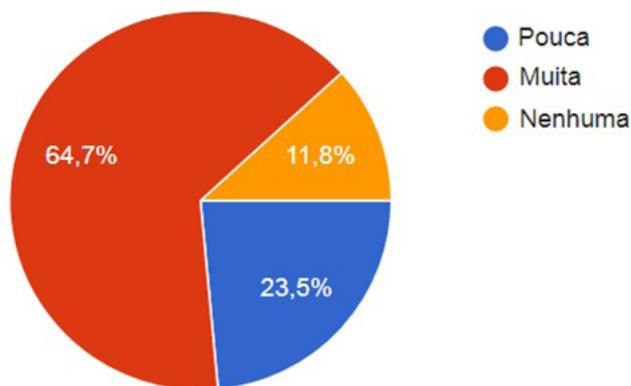
Partindo da análise das respostas dos questionários aplicados com os estudantes envolvidos no projeto, verificou-se que 100% dos estudantes consultados nunca haviam participado de uma aula de ciências experimental, bem como não tiveram contato com um laboratório (em formato físico ou virtual) em toda sua trajetória educacional. Este dado confirma a hipótese inicial do projeto que previa a deficiência de atividades experimentais enfrentadas pelos alunos e professores da rede pública

de ensino. As Figuras de 2 e 4 apresentam as respostas aos questionamentos direcionados aos alunos atendidos pelo projeto de extensão. Os dados evidenciaram que 64,7% dos alunos consultados afirmaram apresentar muita dificuldade na compreensão dos conteúdos apresentados nos livros didáticos. Este resultado leva a compreensão de que tal dificuldade pode estar associada a abstração dos fenômenos e/ou ausência de atividades experimentais. Borges (2002) enfatiza que o ensino

tradicional de ciências se mostra pouco eficaz, desde o ensino infantil ao ensino superior. Este mesmo autor reporta que “os professores de ciências, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo”. De acordo com Tardif (2002), “as

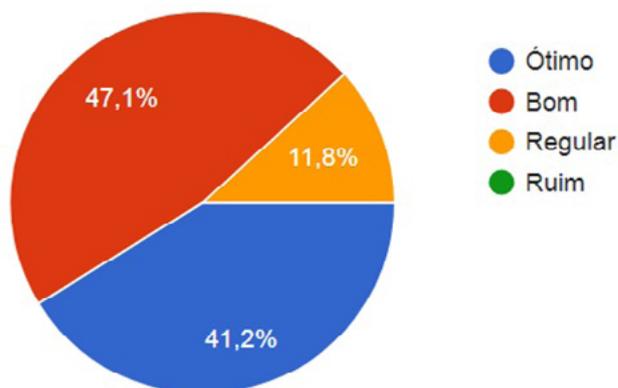
atividades práticas permitem aprendizagens que a aula teórica, apenas, não permite, sendo compromisso do professor, e também da escola, dar esta oportunidade para a formação do aluno”.

Figura 2 – Nível de dificuldade em compreender os conteúdos dos livros de ciências



Fonte: Própria (2021).

Figura 3 – Nível de aceitação do software PhET® utilizado nas aulas remotas

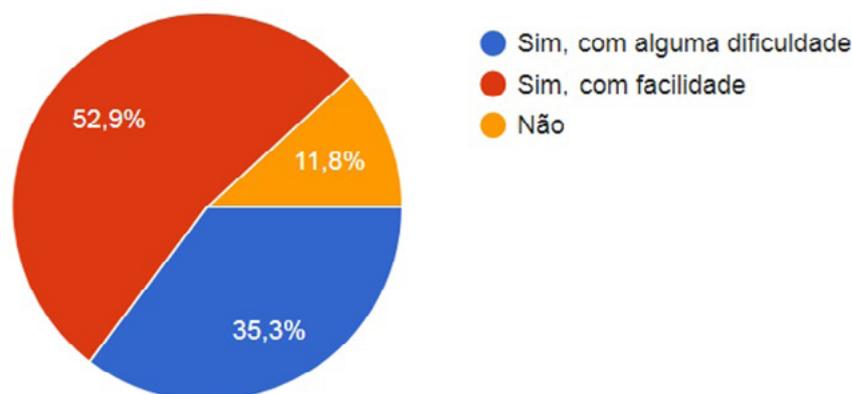


Fonte: Própria (2021).

Em consonância com os dados expostos, verificou-se que 47,1% dos estudantes avaliaram a utilização do recurso computacional PhET® nas aulas de química como bom, 41,2% relataram que foi ótimo e 12% acharam o uso do laboratório regular. Os dados mostram que a aceitação do recurso pela maioria dos estudantes consultados 88% avaliam de forma positiva. Subentende-se que a parcela de alunos consultados que julgaram como regular, possivelmente encontrou alguma dificuldade operacional ou de acesso durante as ações do projeto, isso devido a não familiarização com o recurso computacional. Este resultado evidencia que a mediação do professor no pro-

cesso de ensino-aprendizagem é indispensável, e que a função do laboratório virtual não é de substituir esta mediação. Desta forma, Imbernón (2010) reforça que ao atuar como mediador no processo educacional, o docente contribui para o desenvolvimento cognitivo do discente, proporcionando a procura de alternativas que busque soluções mais adequadas aos problemas e ao modo individual do pensamento. Além disso, Lima e Araújo (2021) reportam que, “a utilização das TIC nas escolas requer novas formas de comunicação, de ensinar e aprender, facilitando o aprendizado dos que estão com dificuldade de aprendizagem”.

Figura 4 – Nível de compreensão dos fenômenos estudados através do software PhET®



Fonte: Própria (2021).

Com relação ao nível de compreensão dos fenômenos estudados através da simulação computacional utilizando o software PhET, 52,9% dos estudantes responderam que alcançaram a compreensão com facilidade, enquanto 35,3% compreenderam com alguma dificuldade. De modo geral, tais percentuais reforçaram a hipótese de que a experimentação contribui facilitando a compreensão, pois permite visualizações de aspectos considerados abstratos. No entanto, 11,8% não conseguiram compreender os fenômenos estudados através do laboratório virtual. Este resultado pode estar associado a diversas razões sociais, culturais, ambientais, cognitivas e psicológicas. Neste sentido, Gomes e Penha (2021) reportam que, “a aprendizagem é um processo muito complexo, que envolve vários fatores e exige organização e estímulo de várias áreas cognitivas”. Além disso, tal resultado pode estar associado ao desestímulo ou desinteresse educacional ocasionado pelo ensino remoto em tempos de isolamento social. Pois, como afirmam Feitosa et al. (2020), “mudar de um ensino presencial onde existe uma interação física disponível e transporta-se para o ensino remoto é um desafio para ambos envolvidos”.

Consultados, os professores da escola pública relataram que não realizavam atividades experimentais com seus alunos devido à falta de infraestrutura de laboratório de ciências na escola. Quando interrogados sobre a utilização do laboratório virtual nas aulas, todos avaliaram como um excelente recurso. Assim pode-se verificar que o software utilizado nas aulas de ciências apresentou uma aceitação satisfatória tanto pelos estudantes quanto pelos professores, quando proporcionou uma nova realidade no que tange ao ensino-aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das TIC, em tempos de ensino remoto, contribuiu para o processo de aprendizagem dos estudantes atendidos pelo projeto, além de proporcionar uma ação educativa interativa e dinâmica. É notória a relevância do uso de laboratórios virtuais no processo de construção do conhecimento das ciências naturais e na aprendizagem dos estudantes das escolas da rede pública. O ensino remoto utilizando o laboratório virtual apresentou um bom rendimento para a disciplina de ciências da natureza, constatando-se um aproveitamento considerável na percepção dos alunos, sendo a metodologia empregada eficaz no processo de ensino-aprendizagem. Os seminários temáticos demonstraram ser uma prática de ensino-aprendizagem muito eficaz, pois estimula a relação interpessoal e dinamiza o processo de aquisição de novos conhecimentos. Vale ressaltar que, mesmo com os benefícios oferecidos pela tecnologia, o papel do professor permanece fundamental. No entanto, a constante adaptação e aperfeiçoamento das estratégias continuam a serem imperativas para enfrentar os desafios constantes da educação básica.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. H.; ÁVILA, B.; ZEDNIK, H.; TAROUCO, L. Laboratório virtual de aprendizagem: uma proposta taxonômica. **Renote**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/24821>. Acesso em: 22 mai.2022.
- BORCEA, L.; GORGHIU, L. M.; GORGHIU, G.; ALEXANDRESCU, T. Virtual Experiments for Supporting Chemistry Lessons and Demonstrations. **Bulletin UASMV Horticulture**, v. 65, n. 2, p. 662, 2008. Disponível em: <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/horticulture/article/viewFile/617/636>. Acesso em: 13 mai. 2022.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3, p. 291-313, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>. Acesso em: 28 ago. 2023
- BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/dados-do-censo-escolar--noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internetmas-ape-nas-44-tem-laboratorio-de-ciencias>. Acesso em 12 abr. 2023.
- CUNHA, L. F. F.; SILVA, A. S.; SILVA, A. P. O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: diálogos acerca da qualidade e do direito e acesso à educação. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, v. 7, n. 3, p. 27-37, 2020. Disponível em: <https://periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/924>. Acesso em: 13 mai. 2022.
- FEITOSA, M. C.; MOURA, P. S.; RAMOS, M. S. F.; LAVOR, O. P. Ensino Remoto: O que Pensam os Alunos e Professores? In: **V Congresso sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E 2020)**, Evento Online. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 60-68. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/ctrl.2020.11383>. Acesso em: 25 out. 2020.
- FIGUEIREDO, H.; BRASIL, P. Fundamentos pedagógicos para o uso de simulações e laboratórios virtuais no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 75-103, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4476>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- FOLMER, V.; BARBOSA, N. B. V.; SOARES, F. A.; ROCHA, J. B. T. Experimental activities based on ill-structured problems improve Brazilian school student's understanding of the nature of scientific knowledge. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 232-254, 2009. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART13_Vol8_N1.pdf. Acesso em: 30 ago. 2023.
- GOMES, C. P. R.; PENHA, P. X. Mapeando as principais dificuldades de aprendizagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental: estudos na Revista Cefac. **Revista Educação Pública**, v. 21, n 11, 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/11/mapeando-as-principais-dificuldades-de-aprendizagem-nos-anos-iniciais-do-ensino-fundamental-estudos-na-irevista-cefaci>. Acesso em: 30 ago 2023.
- IMBERNÓN, F. Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade – O caso do ensino de ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFg-zyF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 ago. 2023.

LABURÚ, C. A.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciências & Educação**, v.9, n.2, p.247-270, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/PSPp8GD-NBD4XwVWnZx3MPqz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 ago. 2023.

LEWIN, A.M.F.; LOMASCÓLO, T.M.M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 147-154, 1998. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v20_147.pdf. Acesso em 30 ago. 2023.

LIMA, M. F.; ARAÚJO, J. F. S. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 23, 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/23/a-utilizacao-das-tecnologias-e-informacao-e-comunicacao-como-recurso-didatico-pedagogico-no-processo-de-ensino-aprendizagem>. Acesso em: 30 ago. 2023.

LUCENA, G. L.; SANTOS, V. D.; SILVA, A. G. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 2, p. 27-36, 2013. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/rbie/article/view/1427>. Acesso em: 22 mai. 2022.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P. Representações Quantitativas em Laboratórios Virtuais para o Ensino de Química. **Ensino**, v.22, n.2, p.152-159, 2021. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgskroton.com.br/article/view/7569>. Acesso em: 10 mai. 2022.