http://dx.doi.org/10.22420/rde.v19i44.1967

Laboratórios virtuais no ensino de biologia:
uma experiência no programa residência pedagógica

Virtual labs in biology teaching:
an experience in the Pedagogical Residency Program

Laboratorios virtuales en la enseñanza de la biología:
una experiencia en el programa de residencia pedagógica

WELLINGTON FARIAS*
Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, Brasil.

LUIZA OLIVIA LACERDA RAMOS**
Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA, Brasil.

RESUMO: Este texto relata a experiência de utilização de laboratórios virtuais no ensino de Biologia durante o Programa Residência Pedagógica, em meio à pandemia. Abordou-se o Método Científico, com extração de DNA na plataforma *Learn.Genetics*, buscando proporcionar vivências práticas do fazer científico e a compreensão crítica da ciência em tempos de desinformação. Os resultados indicam engajamento de estudantes, ampliando o debate para questões do cotidiano. Também foram identificados desafios, como evasão escolar e a necessidade de maior preparo docente. Em meio à reforma do Ensino Médio, essa experiência evidencia a relevância dos itinerários formativos e da Iniciação Científica na formação discente, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular. Destaca-se a importância da abordagem crítica no uso de laboratórios virtuais, promovendo uma educação emancipatória diante das transformações socioculturais do século XXI.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Ensino de Ciências. Laboratórios virtuais. Pandemia.

* Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal na Universidade Federal de Goiás. *E-mail*: <wellingtonf278@gmail.com>.

** Professora no Instituto de Biologia na Universidade Federal da Bahia. *E-mail*: <ramos.luiza@ufba.br>.

ABSTRACT: This text reports on the experience of using virtual labs in biology teaching in the Pedagogical Residency Program during the Covid-19 pandemic. The scientific method was used, with DNA extraction from the Learn.Genetics platform, aiming to provide practical experiences of scientific practice and a critical understanding of science in times of misinformation. The results indicate student engagement, who expanded the debate to everyday issues. Challenges such as school dropout rates and the need for greater teacher preparation were also identified. In the context of the high school reform, this experience underscores the relevance of formative itineraries and Scientific Initiation in student education, in line with the guidelines of the Brazilian National Common Core Curriculum. Therefore, a critical approach in the use of virtual labs is an important way to foster emancipatory education in the face of the sociocultural transformations of the 21st century.

Keywords: Biology teaching. Science teaching. Virtual labs. Pandemic.

RESUMEN: Este texto relata la experiencia de utilización de laboratorios virtuales en la enseñanza de biología durante el Programa de Residencia Pedagógica, durante la pandemia. Se abordó el método científico, con extracción de ADN en la plataforma *Learn.Genetics*, buscando brindar experiencias prácticas del hacer científico y la comprensión crítica de la ciencia en tiempos de desinformación. Los resultados indican la participación de los estudiantes, ampliando el debate a temas cotidianos. También se identificaron desafíos, como la deserción escolar y la necesidad de mayor preparación docente. En medio de la reforma de la educación secundaria, esta experiencia resalta la relevancia de los itinerarios formativos y de iniciación científica en la formación de los estudiantes, alineándose a los lineamientos de la Base Nacional Común Curricular. Se destaca la importancia de un enfoque crítico en el uso de laboratorios virtuales, promoviendo una educación emancipadora frente a las transformaciones socioculturales del siglo XXI.

Palabras clave: Enseñanza de biología. Enseñanza de ciencias. Laboratorios virtuales. Pandemia.

Introdução

A formação de professores/as pressupõe um processo educativo constituído de experiências diversificadas, de modo a garantir sua qualidade. Nesse sentido, diversas iniciativas surgiram ao longo dos tempos, como o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID e o Programa Residência Pedagógica – PRP (SANTOS *et al*., 2019).

Durante a graduação, licenciandos/as em Ciências Biológicas passam por diferentes etapas de formação pedagógica. Além dos estágios obrigatórios na grade curricular, têm a oportunidade de participar dos referidos programas. O subprojeto de Biologia do Programa Residência Pedagógica – PRP acompanha suas finalidades e intenções, abordando a docência por meio da imersão num cotidiano escolar amplamente debatido e problematizado. No percurso da licenciatura, é importante que a ação docente seja percebida, discutida e analisada a partir de um contexto histórico envolto de significados, tendo em vista seu papel político-social, para que reafirme um lugar interdisciplinar, político e transformador. Nesse sentido, o PRP acentua a dimensão formativa-reflexiva da prática docente, além de ser uma condição efetiva de integração entre universidade, escola e comunidade.

Na edição de 2020/2021, em face da pandemia causada pela Covid-19, as atividades foram revistas e replanejadas, tendo em vista a necessidade de assumir a condição remota. Assim, os encontros virtuais passaram a se constituir em espaço de aprendizagem e manutenção de estudos, debates e processos de formação continuada, tanto nas escolas quanto nas reuniões, momentos em que se tratava do andamento das atividades. Em paralelo, as atividades nas escolas da rede pública iniciariam, no ano de 2021, totalmente online, seguindo para o modelo híbrido que perdurou até o final do mesmo ano. Esta narrativa se situa no Módulo 2 da Residência Pedagógica, momento em que todos/as os/as estudantes também estavam desenvolvendo suas atividades no modo online.

Nesse contexto foi realizada uma intervenção pedagógica sobre o método científico em turmas da disciplina Iniciação Científica em um colégio estadual de Salvador (BA). Nessa intervenção, constatou-se que o fazer científico deve ser alvo de atenção plena no ensino de Ciências e Biologia, de modo a superar ondas de desinformação oriundas de movimentos anticiência (HOTEZ, 2021). Esses movimentos acompanham o surgimento da própria ciência, contrapondo-se a visões e métodos científicos convencionais, indo ao encontro de teorias não comprovadas, intencionalmente ilusórias e fraudulentas. Na década de 1930-1940, a humanidade sentiu os efeitos nefastos desse movimento.

Nas décadas entre 1920-1940, movimentos anticiência não eram tão proeminentes quanto hoje, mas certos eventos históricos podem ser interpretados como precursores de atitudes anticientíficas. Como exemplos podemos citar a 'oposição à Teoria da Evolução', quando a teoria de Darwin foi desafiada por movimentos antievolucionistas, representando tensões entre a ciência e visões religiosas fundamentalistas (NUMBERS,

2006). Nessa direção é possível também destacar o movimento eugênico, que defendia práticas como esterilizações forçadas para 'qualificar' a raça humana. Essas ideias pseudocientíficas contribuíram para políticas discriminatórias e prejudiciais (COHEN, 2016). Há outros exemplos desses movimentos, como a experiência estadunidense conhecida por *Tuskegee Syphilis* (1932-1972), que envolveu negligência e exploração de pacientes afro-americanos, revelando falhas éticas graves na pesquisa médica (JONES, 1981); as manipulações da ciência pelo regime nazista, promovendo conceitos pseudocientíficos, como a 'ciência racial', que em muito contribuíram para a implementação de políticas discriminatórias e genocidas (HOLLINGER, 1996).

Esses eventos históricos oferecem insights sobre como movimentos anticiência podem influenciar a sociedade e destacam a importância de abordar essas questões no ensino para promover uma compreensão mais crítica e fundamentada da ciência.

O Brasil, no início do século XX, viveu o episódio da Revolta da Vacina, no Rio de Janeiro. Atualmente, há outros movimentos da mesma natureza antivacina, entre outros, tão atuais e que, com auxílio das redes sociais, ganham amplitude e reverberação altamente veloz e lamentavelmente produtivas. Mais recentemente, houve o enfraquecimento da vacinação contra o SARS-Cov-2 durante a pandemia da Covid-19 (MONARI *et al*., 2021) e o ressurgimento de doenças antes erradicadas no Brasil, como a poliomielite, sarampo e difteria, causadas pela baixa taxa de vacinação influenciada pelo movimento antivacina (BELTRÃO *et al*., 2020; PASSOS & FILHO, 2020).

Tais movimentos precisam ser amplamente combatidos por todos os setores que movem ações sociais, políticas, econômicas, culturais e educacionais, entre outras, pois mobilizam opiniões e sugerem atitudes em massa que nem sempre condizem com a necessidade da população.

A disseminação do acesso à internet e às tecnologias digitais permitem uma circulação massiva de informações, desde as importantes e confiáveis até as conhecidas *fake news*, tão difundidas em tempos de 'pós-verdade', o que gera dificuldade para as pessoas selecionarem e processarem todas essas informações (SILVA & KALHIL, 2018). Nesse cenário, o papel das pessoas envolvidas em processos educativos é fundamental, uma vez que é por meio deles que a reflexão crítica aos processos de construção, transmissão, criação e coprodução dos conhecimentos historicamente construídos pode combater questões como as citadas.

Veríssimo Junior e Jean Monteiro (2020) analisam as tecnologias digitais como potenciais aliadas nos processos de mediação em sala de aula ou online, espaços em que o ensino e a aprendizagem acontecem. A experiência utilizando a ferramenta digital Learn. Genetics confirma isto. Aline Santos *et al*. afirmam que

> o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) traz para o professor e para o aluno um mundo de possibilidades como jogos didáticos, plataformas educacionais, fontes de pesquisa etc. Deve-se considerar, ainda, que o atual cenário de reclusões a ambientes públicos devido a pandemia de Covid-19 impulsiona a necessidade de aprendizados tecnológicos para garantir aos professores a possibilidade de ministrar aulas a distância (SANTOS *et al*., 2021, p.107-108).

Nesse sentido, é consenso que a internet e os *www* são grandes fenômenos dos últimos tempos quando o assunto é difusão de conhecimentos socialmente produzidos. Pesquisas na área da educação online, tecnologias digitais e demandas urgentes, como o ensino emergencial remoto, convidam a colocar em "prática novos arranjos espaciotemporais para educar sujeitos geograficamente dispersos ou para ampliar a prática pedagógica presencial" (SANTOS, 2009, p. 5669). Entre esses arranjos, destacam-se a utilização de laboratórios virtuais. Marco Trentin, Carlos Perez e Antônio Santos (2002) afirmam que são muitos os tipos de laboratórios virtuais, que vão dos mais simples, com nenhum ou poucos recursos interativos, até os mais interativos, com recurso visual atrativo e fidelidade nas reações e interações. Os mesmos autores atestam que a maioria se dedica a temas voltados para a área da ciência e "apresentam descrições e práticas daquilo que não pode ser visto em sala de aula em função da escassez e/ou falta de recursos disponíveis para tal" (TRENTIN, PEREZ & SANTOS, 2002, p. 06).

Wender Silva e Josefina Kalhil (2018) discutem sobre a grande revolução sociocultural, baseada na ciência e na tecnologia, pela qual o século XXI está passando, modificando as formas de pensar e fazer ciência. Nessa revolução o papel da educação é central, pois é a partir dela que a sociedade começa a se aproximar da ciência. Tal movimento sugere uma formação eficiente, crítica e reflexiva dos/das docentes. Sobre esse quesito, Dermeval Saviani (2010) aponta que, para a superação de desigualdades sociais, cabe a socialização dos bens produzidos em consonância com a socialização das formas de produção – os conhecimentos científicos socialmente produzidos integram esses bens. Para o autor, "somente assim a imensa riqueza produzida pela humanidade deixará de beneficiar parcelas minoritárias em detrimento da maioria e reverterá em benefício de todos e de cada um dos seres humanos" (SAVIANI, 2010, p. 31). Desse modo, a difusão da ciência na escola por meio dos componentes de Ciências e Biologia torna-se grandes aliada, com espaço relevante nesse debate.

Nesse contexto, considerando a relevância dos relatos autobiográficos e a difusão de informações para a comunidade científica, o presente trabalho articula a exposição das narrativas e vivências aos estudos e referenciais sobre as temáticas nele envolvidas. Ademais, promove um diálogo entre teoria, prática e, ao mesmo tempo, uma reflexão crítica sobre o agir na utilização de laboratórios virtuais no ensino de Biologia.

A intervenção aqui descrita teve como objetivo mobilizar os/as estudantes para pensarem sobre *método científico*, *por que* e *para que* fazer ciência. Para tanto, foi planejada em duas etapas, com a utilização de um laboratório online como espaço não formal de ensino-aprendizagem. Buscou-se provocar os/as estudantes com uma abordagem que despertasse seu interesse para a ciência, desenvolvendo a reflexão e a crítica sobre informações científicas. De acordo com Osni Silva, "é preponderante uma nova abordagem educacional de emancipação dos estudantes contra a desinformação" (SILVA, 2021, p. 185), o que pressupõe uma atuação docente provocativa e mobilizadora para pensar práticas transformadoras.

A experiência do uso de laboratórios virtuais no ensino de Biologia se deu durante o Programa Residência Pedagógica, subprojeto Biologia, com o uso de uma plataforma virtual, a *Learn.Genetics*, no desenvolvimento de uma aula sobre o método científico na extração de DNA. Para tanto, apresentam-se uma breve fundamentação teórica, as etapas realizadas e os modos de condução. Adiante, faz-se uma avaliação da experiência a partir das percepções do residente, entre prós e contras da atividade.

Vivências, possibilidades e desafios no Ensino Médio

A reforma do Ensino Médio, implementada a partir de 2021, no estado da Bahia representa uma significativa transformação na estrutura curricular, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Uma das inovações em questão é a adoção dos itinerários formativos, que consistem em "conjuntos de disciplinas, projetos, oficinas e núcleos de estudos oferecidos aos estudantes, permitindo uma maior personalização e escolha de percursos educativos" (BRASIL, 2021). Esses itinerários visam proporcionar flexibilidade e autonomia aos/às alunos/as na construção de seus conhecimentos, representando uma abordagem mais alinhada com suas preferências e interesses individuais.

Dentro desse contexto destaca-se o itinerário formativo voltado para a Iniciação Científica, que emerge como disciplina da nova matriz curricular do Ensino Médio em todas as escolas públicas do estado. A inserção da Iniciação Científica nesse cenário educacional visa estimular o pensamento crítico, o método científico e a investigação, proporcionando a estudantes experiências enriquecedoras no campo da pesquisa. Essa mudança não apenas amplia as possibilidades de formação dos/das jovens, mas também contribui para o desenvolvimento de habilidades fundamentais ao exercício da cidadania ativa e à preparação dos/das estudantes para desafios acadêmicos e profissionais futuros. Dessa forma, a reforma do Ensino Médio na Bahia, com a introdução dos itinerários formativos, representa uma resposta dinâmica e contemporânea às demandas educacionais do século XXI. O presente relato parte desse lugar.

O interesse dos/das pesquisadores/as em acompanhar os horários das turmas deste componente foi despertado durante a trajetória na escola. Por ser um itinerário formativo novo e criado no contexto pandêmico de ensino remoto, houve a possibilidade de atuar junto à professora preceptora nos primeiros passos da sua construção para o ano letivo que iniciava. Entre outras atividades, propôs-se uma intervenção sobre o método científico, ideia imediatamente bem recebida pela preceptora. Então, numa primeira fase, planejou-se o uso do laboratório virtual como diferencial a ser empregado para dinamizar as aulas.

Caroline Santos, Pâmela Freitas e Mirian Lopes definem esses espaços virtuais como:

> simuladores digitais de experiências científicas em que os alunos podem executar experimentos nas mais diversas áreas do conhecimento, replicando práticas realizadas em laboratórios físicos tradicionais. [...] proporciona a produção de operações com muita precisão, simulando situações de erro e acertos comuns em procedimentos laboratoriais com a vantagem de ser um ambiente controlado, sem riscos e de custo baixo (SANTOS, FREITAS & LOPES, 2020, p. 2).

Com base nisso, a intervenção se concentrou na hipótese de que reproduzir práticas de laboratórios em ambiente virtual poderia mobilizar os/as estudantes para o valor da ciência; aliaram-se possibilidades de motivá-los/las para as aulas de Biologia que estavam, naquele momento, fora do contexto em que viviam.

Aprovado o planejamento do residente pela professora preceptora, seguiu-se para a aula síncrona, que aconteceu na plataforma Google Meet, no turno matutino, com turmas de Iniciação Científica em um colégio estadual de Salvador. A intervenção aconteceu em três turmas, codificadas como A, B e C, com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Em cada turma o número de estudantes variava entre 8 a 18 participantes online, dos/das 32 matriculados/as na disciplina.

A intervenção foi planejada em duas etapas. Com duração total de 50 minutos, teve os primeiros 20 destinados à revisão sobre o método científico e os demais 30 minutos para exposição do laboratório virtual, com o experimento sobre extração de DNA purificado. Assim, a aula foi iniciada com uma revisão geral sobre o que é o método científico e o desenvolvimento de conceitos como teoria, hipótese e o método hipotético-dedutivo. Na sequência, utilizou-se o laboratório online.

Esse laboratório é equipado para realizar a experiência de extração refinada de DNA na plataforma *Learn.Genetics*, com a possibilidade de representar o passo a passo dessa extração. Além dessa experiência, outras, como o gel de eletroforese e PCR estão disponíveis para exposição. Por ser um laboratório semianimado, o/a próprio/a docente pode realizar todo o processo de extração utilizando o mouse, com a possibilidade de fazer pausas durante o processo para mostrar como um laboratório é minimamente equipado, apresentar os principais instrumentos, vidrarias e métodos de obtenção de células vivas. Assim, os/as estudantes tiveram uma pequena mostra de como se produz ciência, além de debaterem sobre as nuances do método científico e o rigor da pesquisa, utilizando o processo de extração de DNA puro para pesquisas em áreas como Biotecnologia, Biologia Celular e Molecular, Genética e afins.

O espaço virtual foi tratado como espaço não formal de ensino-aprendizagem por estar fora da sala de aula, seguindo o que diz Ricardo Queiroz *et al*. (2011) sobre os espaços não formais de ensino, classificados em institucionais e não institucionais. Para o autor, os espaços não formais institucionais são caracterizados por disporem de um planejamento, estruturas físicas e monitores/as qualificados/as. Nesse sentido, os laboratórios online talvez não sejam entendidos como espaços não formais institucionais por não

disporem de uma estrutura física. Mesmo assim, os entendemos aqui como espaços não formais e institucionais por serem geralmente mantidos por instituições de ensino e pesquisa, dispondo de uma estrutura online que muitas vezes dispensa monitores/as para guiar os/as estudantes nas experiências e substitui os espaços físicos.

O laboratório virtual da plataforma *Learn.Genetics* (2018) foi criado pela Universidade de Utah (EUA) e está hospedado no Google. É uma plataforma de fácil acesso e gratuita, na qual é possível encontrar e explorar diferentes conteúdos, como evolução, genética, plantas, ecologia e saúde humana. O laboratório se encontra na aba *Science tools*, no tópico *Virtual lab*, sendo possível ao/à próprio/a professor/a ou aluno/a guiar todo o processo de extração. Elegeu-se a extração de DNA por ser uma experiência que já fora vivenciada pelos/as pesquisadores/as durante sua formação no curso de Ciências Biológicas, o que permitiu maior facilidade para explicar o processo de extração e quais podem ser as possíveis finalidades dessa prática, incluindo as reflexões críticas sobre a atividade.

Após as discussões sobre o método científico, apresentou-se o laboratório aos/às estudantes, numa mediação feita pelo residente. Nesse laboratório semianimado as etapas da extração de DNA foram mostradas de forma sequenciada, explicando-se pausadamente o que acontecia em cada uma, visto que não há narração do experimento e que as legendas são todas em inglês, o que dificulta a compreensão. Ao término da extração e da purificação do DNA, foi destinado um tempo da aula para que os/as estudantes tirassem suas dúvidas e contassem suas impressões. Ainda que o foco principal tenha sido a aproximação entre estudantes e o método científico, a maior parte dos comentários foi a respeito de curiosidades sobre a genética, como testes de DNA utilizando fios de cabelo ou mucosa oral, além de relatos sobre não saberem que o DNA poderia ser extraído e purificado daquela forma. Curiosidades gerais de estudantes do primeiro ano que não tinham estudado o conteúdo de genética vieram à tona, demonstrando a motivação que tal atividade despertou naquele momento, uma vez que todos/as se mostraram satisfeitos/as em ver a extração e a purificação da molécula e curiosos/as sobre o conteúdo em seu dia a dia.

Dermeval Saviani traz reflexões importantes sobre uma ação pedagógica crítica e reflexiva. Em se tratando da situação vivenciada e das tarefas que a pedagogia histórico-crítica propõe com relação à educação escolar, notam-se aqui duas dessas tarefas:

> 1: Conversão do saber objetivo em saber escolar, de modo que se torne assimilável pelos alunos no espaço e tempo escolares.
>
> 2: Provimento dos meios necessários para que os alunos não apenas assimilem o saber objetivo enquanto resultado, mas apreendam o processo de sua produção, bem como as tendências de sua transformação (SAVIANI, 2011, p. 8).

Ainda segundo o autor:

> Daí surge o problema da transformação do saber elaborado em saber escolar. Essa transformação é o processo por meio do qual se selecionam, do conjunto do saber sistematizado, os elementos relevantes para o crescimento intelectual dos alunos e organizam-se esses elementos numa forma, numa sequência tal que possibilite a sua assimilação. Assim, a questão central da pedagogia é o problema das formas, dos processos, dos métodos; certamente, não considerados em si mesmos, pois as formas só fazem sentido quando viabilizam o domínio de determinados conteúdos (SAVIANI, 2011, p. 65).

Sabemos que a extração do DNA é uma prática que requer métodos específicos em um laboratório preferencialmente físico. Contudo, a simulação que os/as alunos/as puderam perceber, com o apoio do laboratório virtual, levou-os/as à compreensão dos processos de sua produção, ainda que num ambiente online, uma vez que as limitações impostas no momento permitiriam vivências apenas por meio dessa plataforma. As perguntas ao final provocaram debates interessantes sobre o desenvolvimento e a mobilização para o entendimento da importância do método científico, além de promover ambiente favorável para a compreensão dos elementos centrais desenvolvidos durante a aula.

O engajamento dos/das estudantes aconteceu nas três turmas, o que comprova que plataformas digitais podem diversificar e tornar aulas remotas mais atrativas para o ensino de Biologia. Em geral, todas as turmas foram receptivas à intervenção, trazendo dúvidas ou comentários sobre o método científico, levantando questionamentos pertinentes ao tema. Com isso, a dinâmica da aula aumentou, tornando a ação docente mais desafiadora, uma vez que a mediação era enriquecida por questionamentos vindos da curiosidade do dia a dia sobre o conteúdo, como podemos perceber nas questões feitas no chat durante a aula, como: "*se eu estiver fazendo um experimento em casa e por engano errar o passo a passo e chegar a outro resultado, ainda assim terá um método científico ali?*" (ESTUDANTE 1, 2021); "*se eu pegar então um fio de cabelo vou poder usar esse processo aí para extrair o DNA?*" (ESTUDANTE 2, 2021).

Partindo dessas perguntas, outros temas emergiram: testes de paternidade e a constituição proteica da fibra capilar, envolvendo-os em reflexões sobre temas cotidianos. Ficou evidente que os/as alunos/as receberam bem o uso da plataforma, corroborando os achados de autoras como Caroline Santos, Pâmela Freitas e Mirian Lopes (2020), que também constataram êxito na utilização de laboratórios virtuais no contexto do ensino remoto de Ciências. Isso se deve à capacidade desses ambientes tornarem as aulas mais visuais, permitindo a observação de processos que, de outra forma, poderiam permanecer apenas na imaginação, quando o/a professor/a os menciona na aula, mas não os explora visualmente.

Entre as desvantagens dessa atividade destaca-se a presença reduzida de alunos/as em algumas turmas, caracterizando momentos de considerável evasão escolar durante o período remoto. Apesar da interação significativa de muitos/as alunos/as, contribuindo

para a dinamicidade das aulas, alguns/umas permaneceram em silêncio, suscitando questionamentos pertinentes – por exemplo, é possível afirmar que alunos/as silenciosos/as estavam verdadeiramente concentrados/as e acompanhando a aula? Caso estivessem utilizando dispositivos móveis, como telefones celulares, seria possível visualizar detalhes dos slides de forma adequada? Conseguiram explorar o laboratório virtual com clareza? Tais indagações foram sutilmente apresentadas em determinados momentos, entretanto, nem todos/as os/as estudantes forneceram respostas, gerando dúvidas adicionais.

Veríssimo Junior e Monteiro (2020) apresentaram o Google Classroom e o aplicativo Zoom como ferramentas gratuitas usadas como recursos educacionais online durante a pandemia do Covid-19. Seguindo essa linha, apresenta-se neste trabalho a plataforma *Learn.Genetics* como recurso educacional também online e gratuito, com grande potencial a ser explorado nos componentes curriculares Ciências e Biologia, além de ser uma excelente plataforma a ser explorada na formação docente.

> Entende-se que para a construção do conhecimento científico acontecer de fato, as tecnologias digitais devem ser utilizadas para se aprender com, ou seja, elas devem ser o meio pelo qual o aprendiz irá buscar a contextualização de conceitos, fazendo as conexões, visualizando e compreendendo os fenômenos das ciências e, por fim expressando o conhecimento através dos diversos dispositivos computacionais existentes e, que tenham a possibilidade de serem utilizados no processo ensino--aprendizado (SILVA & KALHIL, 2018, p. 83).

Ferramentas presenciais, como coleções científicas, experimentos em laboratórios da escola e saídas de campo, podem ser possibilitadas pelas tecnologias digitais durante períodos de ensino híbrido ou remoto, havendo apenas necessidade prévia da instrumentalização dos/das professores/as sobre as novas técnicas. Em geral, a experiência aqui descrita mostrou que com o ensino remoto realizado durante a pandemia, espaços virtuais, como laboratórios online, são possibilidades de mediação do ensino de Biologia e Ciências, enriquecendo o desenvolvimento docente dos/das licenciandos/as durante a graduação, sendo também uma valiosa alternativa nessa modalidade de ensino. Por outro lado, revelou a necessidade de o/a professor/a desenvolver tal atividade dando-lhe sentido crítico e reflexivo, de modo a não reduzi-la à mera exposição instrumental.

Considerações finais

Este artigo abordou a utilização de laboratórios virtuais no ensino de Biologia, destacando uma intervenção realizada durante o Programa Residência Pedagógica. A iniciativa visou promover o método científico, utilizando a extração de DNA como uma experiência prática virtual. A pandemia da Covid-19 impôs desafios ao ensino, levando a buscar alternativas, e os laboratórios online surgiram como recursos valiosos para enriquecer a formação docente.

A plataforma escolhida, *Learn.Genetics*, ofereceu um ambiente semianimado, permitindo a simulação do processo de extração de DNA. A aula síncrona no Google Meet proporcionou interação, debates e esclarecimento de dúvidas. Os resultados indicaram um engajamento positivo dos/das estudantes, evidenciando que as plataformas digitais podem tornar as aulas mais atrativas, mesmo no ensino remoto. Entretanto, alguns desafios foram identificados, como a evasão escolar em algumas turmas, revelando a necessidade de estratégias para mitigar o problema. A participação variada dos/das alunos/as, alguns/umas permanecendo em silêncio, levantou questionamentos sobre o real acompanhamento da aula e a compreensão do conteúdo, especialmente na utilização de dispositivos móveis.

A experiência também ressaltou a importância da formação docente para explorar efetivamente os recursos digitais, garantindo uma abordagem crítica e reflexiva. A plataforma *Learn.Genetics* mostrou-se não apenas como uma ferramenta de ensino, mas também como um meio de aproximar os/as estudantes do método científico e de temas relevantes da Biologia.

Conclui-se que, embora os desafios persistam, os laboratórios virtuais são alternativas valiosas, permitindo explorar conteúdos científicos mesmo em contextos remotos. A utilização dessas ferramentas, aliada a uma abordagem pedagógica reflexiva, contribui para a formação integral dos/das estudantes, preparando-os/as para desafios acadêmicos e promovendo uma compreensão crítica da ciência. Nesse sentido, a articulação entre teoria, prática e reflexão é essencial para o sucesso dessas iniciativas no cenário educacional atual.

Como recomendação de desdobramento em outras pesquisas, um levantamento de possíveis plataformas virtuais que tornem a atuação docente mais dinâmica pode contribuir no planejamento dos/das professores de Biologia, quer seja online ou presencial.

Recebido em: 18/11/2023; Aprovado em: 24/01/2025.

Referências

BELTRÃO, Renata Paula Lima *et al*. *Perigo do movimento antivacina:* análise epidemio-literária do movimento antivacinação no Brasil. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 12, n. 6, p. e3088-e3088, abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. O novo ensino médio: Perguntas e respostas. Brasília, 2021. <https://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-%20uncategorised/40361-%20novo-ensino-medio-duvidas>. Acesso em: 01 nov. 2023.

COHEN, Adam. *Imbeciles*: The Supreme Court, American Eugenics, and the Sterilization of Carrie Buck. Nova York: Penguin Press, 2016.

HOLLINGER, David Albert. *Science, Jews, and Secular Culture*: Studies in Mid-Twentieth-Century American Intellectual History. New Jersey: Princeton University Press, 1996.

HOTEZ, Peter Jay. *Prevenindo a próxima pandemia:* diplomacia das vacinas em tempos de anticiência. São Paulo: ArtMed, 2021.

JONES, James Henry. *Bad blood*: The Tuskegee syphilis experiment. New York: The Free Press, 1981.

JUNIOR, Verissimo Barros dos Santos & MONTEIRO, Jean Carlos da Silva. Educação e covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. *Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade*, Bom Jesus da Lapa, v. 2, p. 1-15, jan./dez. 2020.

MONARI, Ana Carolina Pontalti *et al*. Legitimando um populismo anticiência: análise dos argumentos de Bolsonaro sobre vacinação contra Covid-19 no Twitter. *Liinc em revista*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. e5707, mai. 2021.

NUMBERS, Ronald. *The Creationists*: From Scientific Creationism to Intelligent Design. Nova York: Knopf, 2006.

QUEIROZ, Ricardo *et al*, A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. *Revista Areté*, Manaus, v. 4, n. 7, p. 12-23, ago./dez. 2011.

PASSOS, Flavia da Trindade & MORAES FILHO, Iel Marciano de. Movimento antivacina: revisão narrativa da literatura sobre fatores de adesão e não adesão à vacinação. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, v. 3, n. 6, p. 170-181, jan./jun. 2020.

SANTOS, Caroline Santos dos; FREITAS, Pâmela da Silveira & LOPES, Mirian Marchezan. Ensino remoto e a utilização de laboratórios virtuais na área de ciências naturais. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2020, Rio Grande do Sul. 12. Anais 12º SIEPE, 2020. p. 1-3.

SANTOS, Aline Joana Rolina Wohlmuth Alves dos *et al*. Plataformas digitais como ferramentas nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências. In: NÓBREGA, Danielly de Sousa & SANTOS, Livia Fernandes dos (Orgs.). *Ciências em Ação*: perspectivas distintas para o ensino e aprendizagem de ciências. Guarujá: Científica Digital, 2021. p. 95-114.

SANTOS, Edméa. *Educação online para além da EAD*: um fenômeno da cibercultura. In: ACTAS DO X CONGRESSO INTERNACIONAL GALEGO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 2009, Braga. Universidade do Minho. 2009. p. 5658-5671.

SANTOS, Wesley Henrique Medeiros dos *et al*. *Importância do programa de iniciação à docência (PIBID) na integração dos saberes docentes*: Um relato de experiência. In: CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO (CONEDU), Fortaleza, 2019. Anais do VI CONEDU. Fortaleza: Realize, 2019. p. 1-12.

SAVIANI, Dermeval. *Pedagogia histórico-crítica*: primeiras aproximações. 11 ed. Campinas: Autores associados, 2011.

SAVIANI, Dermeval. Ciência e educação na sociedade contemporânea: desafios a partir da pedagogia histórico-crítica. *Revista Faz Ciência*, Paraná, v.12, n.16 pp. 13-36, jul./dez. 2010.

SILVA, Osni Oliveira Noberto da. O trabalho docente e o enfrentamento das fake news e fake knowledge. *Revista Espaço Acadêmico*, Paraná, v. 20, n. 226, p. 175-187, jan./fev. 2021.

SILVA, Wender Antônio da & KALHIL, Josefina Barrera. Tecnologias digitais no ensino de ciências: Reflexões e possibilidades na construção do conhecimento científico. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 77-91, abr. 2018.

TRENTIN, Marco Antônio S.; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio & SANTOS, Antônio Venicius dos. A Utilização de Laboratórios Virtuais na Melhoria do Processo de Ensino-Aprendizagem. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE). CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2002, Florianópolis. jul. 2002, p. 1-8.

UNIVERSITY OF UTAH. Genetic science learning center. "Learn.Genetics". Genetic Science Learning Center. 2018. Disponível em: <https://learn.genetics.utah.edu/> Acesso em: 01 nov. 2023.