

TECNOLOGIAS IMERSIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PLATAFORMA *MAKER* PARA O ENSINO DE EDUCAÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE

Elias Fernando Barros Reis¹

Kátia Viana Cavalcante²

Roberta Giraldi Romano³

Resumo: O presente artigo discute a aplicação de tecnologias imersivas no ensino da Educação para a Sustentabilidade na Educação Básica, por meio do desenvolvimento de uma plataforma digital voltada à formação docente. O objetivo da pesquisa foi propor um recurso técnico-tecnológico orientado à capacitação de professores no uso de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) de forma interdisciplinar, com foco no ciclo da água como conteúdo transversal. A metodologia adotada incluiu pesquisa-ação e a abordagem da complexidade sistêmica, envolvendo a participação de professores do Ensino Fundamental I de uma escola pública na região amazônica. A coleta de dados foi realizada por meio de oficinas formativas, rodas de conversa e instrumentos avaliativos. Os resultados indicam que a plataforma contribuiu significativamente para o engajamento docente, promovendo práticas pedagógicas mais dinâmicas e interativas. A capacitação dos professores, bem como a usabilidade da plataforma, foram bem avaliadas, evidenciando seu potencial como ferramenta educacional inovadora. Conclui-se que o uso das tecnologias imersivas, aliado ao modelo *Maker*, potencializa a aprendizagem em Educação para a Sustentabilidade e representa um caminho promissor para a formação crítica e sustentável dos estudantes.

Palavras-chave: Tecnologias Imersivas; Educação Ambiental; Formação de Professores; Cultura *Maker*; Ciclo da Água.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. E-mail: elias.reis@ifam.edu.br

² Universidade Federal do Amazonas. E-mail: kcavalcante@ufam.edu.br

³ Universidade Santa Ursula. E-mail: roberta.romano@usu.edu.br

Abstract: This article discusses the application of immersive technologies in teaching Education for Sustainability in Basic Education, through the development of a digital platform aimed at teacher training. The research objective was to propose a technical-technological resource oriented towards training teachers in the use of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) in an interdisciplinary way, focusing on the water cycle as a cross-cutting theme. The methodology adopted included action research and the systemic complexity approach, involving the participation of elementary school teachers from a public school in the Amazon region. Data collection was carried out through training workshops, discussion groups, and assessment instruments. The results indicate that the platform contributed significantly to teacher engagement, promoting more dynamic and interactive pedagogical practices. Teacher training, as well as the usability of the platform, were well evaluated, highlighting its potential as an innovative educational tool. In conclusion, the use of immersive technologies, combined with the Maker model, enhances learning in Education for Sustainability and represents a promising path for the critical and sustainable education of students.

Keywords: Immersive Technologies; Environmental Education; Teacher Training; Maker Culture; Water Cycle.

Introdução

A crescente complexidade dos desafios ambientais contemporâneos exige da educação não apenas uma revisão de seus métodos, mas uma reconfiguração epistemológica que possibilite a formação de sujeitos críticos, reflexivos e comprometidos com a sustentabilidade. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta a integração de temas transversais, como o meio ambiente, com o propósito de promover competências e habilidades voltadas para a cidadania planetária. As práticas pedagógicas inovadoras são uma resposta direta à evolução tecnológica e às novas necessidades dos alunos, em um cenário de mudanças sociais e tecnológicas contínuas. A educação, como pilar fundamental da sociedade, não pode se distanciar do progresso tecnológico. Como observam Prensky (2001) e Tori (2017), a integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) é essencial para preparar os 'nativos digitais' para a sociedade contemporânea, exigindo uma abordagem educacional que se ajuste às novas realidades tecnológicas.

A adoção dessas inovações permite o uso de abordagens pedagógicas inovadoras, oferecendo aos estudantes experiências profundas e contribuindo para a expansão do conhecimento (Kowalski et al., 2020). A realidade virtual (RV) e a realidade aumentada (RA), quando combinadas com abordagens pedagógicas inovadoras, oferecem uma aprendizagem mais profunda, permitindo aos alunos vivenciarem situações do mundo real e promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, criativas e colaborativas (Martins, 2018). Essas tecnologias têm se consolidado no ambiente educacional, oferecendo maior personalização da aprendizagem, proporcionando aos alunos

vivências mais autênticas e a oportunidade de experimentar diversas situações do mundo real. Uma das tendências emergentes é a valorização da cultura do 'Faça Você Mesmo' ou Cultura *Maker*, considerada uma 'super tendência' (Caron, 2017) no cenário educacional. Ao adotar essa abordagem, a escola se transforma em um espaço mais participativo e engajado, proporcionando aos alunos uma experiência de ensino-aprendizagem lúdica e prazerosa. Mais importante ainda, a integração da cultura *maker* com a educação para a sustentabilidade abre novas possibilidades de engajamento dos alunos, permitindo-lhes aplicar conceitos ambientais por meio da experimentação e da resolução de desafios reais.

A Educação para a Sustentabilidade é uma área em que as tecnologias imersivas demonstram grande potencial de impacto. Ao integrar temas ambientais - como o ciclo da água - em experiências imersivas, os alunos podem explorar questões complexas de forma interativa, visualizando os efeitos de suas ações no meio ambiente e simulando possíveis soluções para problemas ecológicos. Um exemplo notável é o projeto da '*Green School*', em Bali⁴, onde a realidade virtual é utilizada para simular o impacto das mudanças climáticas nas comunidades locais. Os estudantes exploram cenários futuros, como o aumento do nível do mar e suas consequências para áreas costeiras, o que desperta senso de urgência e engajamento com práticas sustentáveis. Outro exemplo é o uso da plataforma '*Eco-Schools*'⁵, que utiliza realidade aumentada para abordar questões ambientais globais, incluindo o ciclo da água e os efeitos da poluição.

Essas tecnologias permitem que os alunos se envolvam com temas ambientais de maneira mais concreta e emocional, o que favorece o engajamento e a compreensão (Gadotti, 2008). O diálogo sobre a sustentabilidade contribui para a busca de soluções viáveis frente à degradação ambiental e incentiva o uso consciente dos recursos naturais (Freire, 1996). Desde os primeiros movimentos ambientalistas, a Educação para a Sustentabilidade tem sido considerada fundamental para sensibilizar, conscientizar, informar e formar indivíduos com maior responsabilidade socioambiental (Gadotti, 2008). Esse processo visa transformar valores, atitudes e comportamentos em prol do meio ambiente, sendo um tema transversal previsto nas diretrizes do Ministério da Educação (Escola Educação, 2017).

Nesse contexto, as tecnologias imersivas se destacam como ferramentas capazes de proporcionar experiências de aprendizagem multissensoriais, facilitando a compreensão de sistemas ambientais complexos, como o ciclo hidrológico. Partindo desse cenário, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver uma Plataforma *Maker* como ferramenta de apoio à

⁴ <https://www.greenschool.org/>

⁵ <https://www.ecoschools.global/>

formação docente, integrando tecnologias imersivas à prática pedagógica com foco na sustentabilidade, tendo o ciclo da água como conteúdo transversal.

Fundamentação teórica

Compreendem-se como tecnologias imersivas interfaces entre o homem e o computador que geram a sensação de presença e interação em ambientes virtuais ou até mesmo simulações tridimensionais. Tais tecnologias proporcionam uma experiência realista aos que utilizam trazendo assim uma sensação envolvente, permitindo uma interação mais natural e intuitiva com o ambiente simulado (Cordel e Santos, 2018).

As tecnologias imersivas são uma revolução quando se trata da forma como interagimos com o mundo digital, a exemplo disso, tem-se a realidade virtual - RV que possibilita a imersão dos usuários em ambientes virtuais de forma que eles possam explorar e interagir com o cenário de maneira quase que tangível (vivência no mundo fantástico). Enquanto realidade aumentada - RA permite a mesclagem de elementos digitais com o mundo real, ou seja, adiciona informações em forma de gráficos ou imagens, proporcionando uma percepção rica de detalhes, pois ao sobrepor objetos digitais no ambiente real traz uma contextualização altamente relevante em tempo real.

Todavia, a realidade mista – RM vai além, ao combinar os elementos da realidade virtual – RV com os elementos da realidade aumentada – RA cria assim experiências imersivas cada vez mais natural (Kirchof, 2021).

Realidade virtual e Realidade aumentada

A Realidade Virtual (RV) teve sua origem na década de 1930, com o desenvolvimento do *Link Trainer*, primeiro simulador de voo comercial criado pelo norte-americano Edward Link. Desde então, essa tecnologia evoluiu significativamente e passou a ser compreendida como uma interface que simula ambientes reais de forma interativa e imersiva.

O termo RV é amplo e recebe diferentes definições na literatura. Para Latta e Oberg (1994), trata-se de uma interface que permite visualizar e manipular representações complexas de ambientes. Já Hancock (1995) a considera a forma mais avançada de interação homem-máquina já criada. Outros autores, como Burdea e Coiffet (1994), Jacobson (1993) e Kruerger (1991), definem a RV como uma tecnologia que oferece ao usuário a possibilidade de navegar e interagir em ambientes tridimensionais gerados por computador, por meio de múltiplos canais sensoriais, promovendo uma experiência imersiva.

A RV tem como principal característica proporcionar ao usuário a sensação de presença em um ambiente virtual, integrando estímulos visuais, auditivos e, em alguns casos, táteis, com o objetivo de aumentar o realismo da simulação (Mansur et al., 2022).

Paralelamente, a Realidade Aumentada (RA) também tem se destacado como uma tecnologia inovadora que combina elementos virtuais com o ambiente real. De acordo com Queiroz, Moura e Souza (2019), a RA funciona por meio de softwares que analisam imagens captadas em tempo real, inserindo sobre elas objetos digitais - como modelos 3D, vídeos e gráficos - permitindo ao usuário não apenas visualizá-los, mas também interagir com eles de diversas maneiras.

O sistema de RA é geralmente baseado no uso de marcadores, que são identificados pela câmera. Ao reconhecer o marcador, o software projeta o objeto virtual sobre a imagem real captada, criando a ilusão de que ambos coexistem no mesmo espaço visual (Behzadan, Kamat, 2013). Assim, tanto a RV quanto a RA oferecem possibilidades únicas de interação e imersão, com aplicações relevantes em diversas áreas, como educação, saúde, indústria e entretenimento, tornando-se ferramentas poderosas para experiências de aprendizagem e simulação cada vez mais realistas.

Cultura maker

À medida que as tecnologias digitais se tornam mais acessíveis, profissionais de diversas áreas vêm adotando ferramentas de fabricação, prototipagem, computação e eletrônica em suas práticas. Nesse cenário, destaca-se o movimento - ou cultura - *maker*, que tem ganhado espaço significativo na área da educação por promover uma aprendizagem ativa e baseada na experimentação (Caron, 2017).

Embora o movimento não tenha um marco de origem definido, há consenso entre diversos autores sobre os eventos que impulsionaram seu surgimento. Dougherty (2016), considerado o “pai” do movimento, propõe uma cronologia que começa em 2000, com a primeira reunião Dorkbot⁶. Em seguida, destacam-se três momentos marcantes: a criação do primeiro Laboratório de Fabricação (FabLab), por Neil Gershenfeld e Bakhtiar Mithak, do MIT, em 2002; a publicação da primeira edição da revista *Make*, em 2005; e a realização da primeira Feira Maker no Vale do Silício (Anderson, 2012; Hatch, 2014; Blikstein; Worsley, 2016).

Mais do que uma sequência de eventos históricos, a cultura *maker* se fundamenta na crença de que todos devem ser capazes de fabricar, construir, consertar e modificar objetos com as próprias mãos, em um ambiente colaborativo e de compartilhamento de conhecimento. Trata-se de uma extensão tecnológica da cultura do “faça você mesmo”, que incentiva uma mentalidade criativa, proativa e voltada à resolução de problemas cotidianos (Silveira, 2016).

⁶ Dorkbot é uma gíria para descrever um grupo de pessoas interessadas no mundo eletrônico (*bot* = robô) com perfil desajeitado, mas brilhante (*dork*) (Poratta, 2006).

A incorporação de práticas como impressão 3D e 4D, corte a laser, robótica e plataformas como o Arduino proporciona aos estudantes uma vivência prática e interdisciplinar. Esse tipo de abordagem transforma a maneira de aprender e ensinar, estimulando a autonomia, o pensamento crítico e o envolvimento ativo dos alunos - o famoso "pôr a mão na massa", tão valorizado na aprendizagem significativa.

Educação para sustentabilidade

A sustentabilidade apresenta-se como um dos grandes desafios da sociedade contemporânea, abrangendo todos os campos de atuação humana. No contexto educacional, esse desafio está diretamente relacionado à formação de cidadãos capazes de compreender e intervir em questões ambientais, revendo modelos de desenvolvimento e contribuindo para a correção de práticas nocivas ao meio ambiente (Gadotti, 2008).

É fundamental que o respeito ao meio ambiente seja incorporado em todas as etapas do processo educativo, estimulando o desenvolvimento de atitudes conscientes e responsáveis entre os estudantes. Para isso, a escola, as famílias e a sociedade como um todo devem atuar de forma colaborativa na construção de hábitos que promovam a sustentabilidade socioambiental. A Constituição da República Federativa do Brasil, em seu artigo 225, estabelece que: “

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

Essa diretriz constitucional reforça a importância do engajamento coletivo para a preservação ambiental. Nesse contexto, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) surge como um chamado à reorientação de políticas públicas e práticas pedagógicas, com o objetivo de contribuir efetivamente para a construção de uma sociedade mais justa e ambientalmente responsável (UNESCO, 2005).

De acordo com a UNESCO (2017), a Educação para a Sustentabilidade propõe uma formação voltada à compreensão das interações complexas entre sociedade e ambiente, favorecendo a integração dos diferentes saberes. Trata-se de uma abordagem transformadora, que ultrapassa a simples inserção de temas como mudanças climáticas, pobreza ou consumo consciente no currículo, e que incentiva a criação de práticas pedagógicas interativas, centradas no estudante, demandando novas posturas de docentes e instituições de ensino. Assim, a educação assume um papel estratégico na consolidação de uma cultura de sustentabilidade, sendo indispensável para a formação de indivíduos críticos, engajados e comprometidos com o futuro do planeta.

Até 2030, é fundamental assegurar que todos os estudantes desenvolvam conhecimentos, competências e valores capazes de fomentar o desenvolvimento sustentável. Isso envolve, entre outros aspectos, a incorporação da educação para o desenvolvimento sustentável e para estilos de vida sustentáveis, a promoção e o respeito aos direitos humanos, a igualdade de gênero, o fortalecimento de uma cultura de paz e de não violência, bem como o estímulo à cidadania global e ao reconhecimento da diversidade cultural e do papel da cultura como elemento estratégico para o desenvolvimento sustentável (United Nations, 2015, online).

Ciclo da água

A água, um composto químico constituído por dois átomos de hidrogênio (H₂) e um de oxigênio (O), é essencial para a vida e para a sustentação dos ecossistemas. Sua importância é tal que sem ela nenhuma forma de vida seria viável. Além disso, desempenha um papel crucial na regulação da temperatura, na manutenção dos solos e no ciclo de nutrientes e processos biológicos (Bacci; Patraca, 2008).

O ciclo da água é um processo contínuo que engloba o movimento da água entre os reservatórios terrestres, o ar, a biosfera e os oceanos. Sua importância é vital para a manutenção da vida na Terra. Estudar o ciclo da água é fundamental, pois proporciona uma compreensão mais profunda de como a água se desloca pelo ambiente natural e de sua interconexão com a saúde dos ecossistemas. O entendimento do ciclo da água nos capacita a identificar os impactos das mudanças climáticas, assim como os riscos e ameaças à saúde humana e ao meio ambiente. Esse conhecimento nos auxilia a tomar decisões mais assertivas sobre utilização dos recursos hídricos e o desenvolvimento de soluções para questões relacionadas à água, como a escassez e a contaminação (Guimarães; De Castro, 2019). Na Figura 1 (próxima página), é possível visualizar uma representação gráfica do ciclo da água (Fávaro et al., 2022).

Conforme o site *Árvore Água* (2025), as etapas do ciclo da água são: Evaporação, ocorre quando a água absorve calor do sol e evapora de lagos, oceanos, rios e outros corpos de água para a atmosfera; Condensação, ocorre quando a água evapora, ela vai para a atmosfera, formando nuvens, e quando a temperatura arrefece, as moléculas de água começam a se condensar, formando gotículas de água ou neve; Precipitação, ocorre quando a água da atmosfera precipita na forma de chuva, neve, granizo ou outras formas de precipitação; Infiltração, ocorre quando a água da precipitação penetra no solo e se infiltrando ao longo do percurso até alcançar aquíferos e mananciais; Escoamento superficial, ocorre quando a água que não consegue infiltrar no solo escoar sobre a superfície do terreno e vai para lagos, rios e oceanos; Evapotranspiração, ocorre quando a água presente nos vegetais é devolvida à atmosfera por meio da evaporação da água das folhas e da transpiração dos vegetais (Guimarães; De Castro, 2019, p. 19).



Figura 1: Esquema ilustrativo do ciclo da água.
Fonte: Site Árvore Água (2025).

É crucial que a escola adote uma abordagem interdisciplinar para a Educação Ambiental, integrando conteúdos e habilidades relacionadas ao meio ambiente em diversas disciplinas, tais como Biologia, História, Geografia, Ciências e Educação Artística. Além disso, é fundamental que a escola promova atividades práticas, como visitas a parques naturais e fazendas ecológicas, além de desenvolver projetos de Educação Ambiental dentro e fora da sala de aula, visando conscientizar os alunos sobre a importância dos recursos naturais e o impacto das ações humanas (Azevedo; Andrade; Freire, 2018). Essas atividades devem promover ações positivas para o meio ambiente, tais como o uso de energia limpa, a prática da reciclagem de resíduos e a preservação dos ecossistemas (Bacci; Patraca, 2008).

Integrar o conteúdo do ciclo da água com a educação para a sustentabilidade nas escolas pode proporcionar aos discentes um conhecimento mais complexo e relevante para sua realidade. Isso envolve conexões com aspectos socioambientais, espirituais, políticos e econômicos, ampliando as formas de ensinar e aprender. Essa abordagem visa formar o jovem protagonista do século XXI, que vive conectado no ciberespaço.

Metodologia

A pesquisa adotou a abordagem da complexidade sistêmica (Morin, 2015) e a metodologia da pesquisa-ação (Thiollent, 1986), buscando compreender e intervir no processo de formação docente em educação para a

sustentabilidade. O estudo foi realizado na Escola Estadual Francisca Evangelista da Silva, localizada em Coari/AM, envolvendo dez professores do Ensino Fundamental I, de diferentes áreas do conhecimento. O projeto obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CAAE: 83376224.3.0000.5020).

As atividades foram organizadas em uma oficina de imersão de 20 horas, estruturada em cinco encontros realizados em novembro de 2024. A formação contemplou conceitos de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV), uso de aplicativos educacionais (como Arloopa, AR Zoo, Merge Object Viewer e Mozaik3D), além da construção de recursos simples, como o paper cube, para exploração de objetos tridimensionais.

Para a coleta das impressões docentes, foram utilizados instrumentos mistos. Inicialmente, aplicou-se um formulário diagnóstico para mapear o letramento digital dos professores em relação às tecnologias imersivas e temáticas ambientais. Ao final do processo formativo, os participantes responderam a um questionário avaliativo, no qual registraram suas percepções acerca da usabilidade da Plataforma *Maker*, da clareza e relevância dos conteúdos e do impacto das tecnologias na sua prática docente, além de fornecerem sugestões para o aprimoramento do produto.

Paralelamente, ocorreu a prototipação e o desenvolvimento da Plataforma *Maker*, inicialmente no Figma e posteriormente em ambiente web, com validação contínua pelos participantes. O desenvolvimento da plataforma *maker* foi conduzido de maneira estruturada e sequencial, seguindo os principais padrões do desenvolvimento de software como: levantamento de requisitos, criação do banco de dados, desenvolvimento do *back-end* e *front-end*.

Levantamento de requisitos

Por se tratar de uma plataforma web, o processo foi iniciado pelo levantamento de requisitos, etapa essencial no desenvolvimento de sistemas. Nessa fase, são identificadas e registradas as demandas e expectativas dos usuários e stakeholders. Esse processo envolve a coleta de informações, análise de viabilidade e definição das especificações que nortearão o projeto. Para garantir uma compreensão precisa dos requisitos, utilizam-se frequentemente técnicas como entrevistas, questionários, revisão de documentos e observação direta.

Conforme expõe Sommerville (2019), o levantamento de requisitos constitui uma etapa central da engenharia de requisitos, pois é nesse momento que se constrói uma compreensão clara e detalhada das funcionalidades, restrições e objetivos que o sistema precisa contemplar para satisfazer as demandas dos usuários. O autor enfatiza que essa atividade não é meramente descritiva, mas decisiva para o sucesso do desenvolvimento, uma vez que a qualidade do sistema entregue está diretamente condicionada ao grau de

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 8: 228-244, 2025.

exatidão, consistência e abrangência dos requisitos identificados nessa fase inicial.

Os requisitos são classificados em duas categorias: funcionais e não funcionais. De acordo com Sommerville (2019), os requisitos funcionais são declarações dos serviços ou funções que o sistema deve fornecer, podendo incluir detalhes sobre entradas, saídas e o comportamento esperado em determinadas condições. Por outro lado, os requisitos não funcionais, conforme Sommerville (2019), “são restrições sobre os serviços ou funções oferecidas pelo sistema, incluindo requisitos de tempo de resposta, padrões de desenvolvimento, restrições de hardware e software, entre outros.” Ambos os tipos de requisitos são fundamentais para assegurar a qualidade e a eficiência do software em seu uso real. Os requisitos funcionais da plataforma são: Cadastrar usuário; Recuperar senha; Enviar e-mail; Realizar login; Alterar usuário; Iniciar estudos; Enviar e-mail; Executar vídeos; Gerar certificado. Os requisitos não funcionais são: Internet Necessária; Disponibilidade; Ambiente seguro; Ambiente compatível.

Modelagem do banco de dados

Na modelagem, foi utilizada a linguagem UML (*Unified Modeling Language*), ou Linguagem Unificada de Modelagem, por meio do Diagrama de Entidade-Relacionamento (DER), conforme ilustrado na Figura 2 (próxima página). De acordo com Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005), a UML é uma linguagem de modelagem visual que fornece um padrão para representar a estrutura e o comportamento de um sistema. Essa modelagem foi desenvolvida na ferramenta *MySQL Workbench*⁷.

Desenvolvimento do back-end e front-end da plataforma maker

O *back-end* é a parte de um sistema de software responsável pelo processamento de dados, lógica de negócios e comunicação com o banco de dados, geralmente executada no servidor. De acordo com Sommerville (2019), o desenvolvimento de software pode ser dividido em várias camadas, sendo o *back-end* essencial para garantir a funcionalidade e a integridade dos dados do sistema.

Para a criação do *back-end*, foi utilizada a linguagem de programação PHP, que é responsável por receber e processar as requisições dos usuários, armazenar e recuperar informações do banco de dados, autenticar e autorizar o acesso dos usuários à plataforma, entre outras funções.

⁷ Versão gratuita disponível no site: <https://dev.mysql.com/downloads/workbench/>.


```

1  <?php
2      session_start();
3  ?>
4  <!DOCTYPE html>
5  <html lang="pt-BR">
6  <head>
7      <meta charset="UTF-8">
8      <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
9      <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
10     <title>Plataforma Maker Virtual</title>
11
12     <!-- Styles -->
13     <link rel="stylesheet" href="app/dist/bootstrap.min.css">
14     <link rel="stylesheet" href="app/dist/aos.css">
15     <link rel="stylesheet" href="app/dist/app.css">
16     <!-- end Styles -->
17
18     <!-- Favicon and Touch Icons -->
19     <link rel="shortcut icon" href="assets/images/logo/favicon.png">
20     <link rel="apple-touch-icon-precomposed" href="assets/images/logo/favicon.png">
21
22 </head>
23 <body class="home-main header-fixed">
24     <!-- Classe wrapper-->
25     <div class="wrapper">
26
27         <?php
28             include_once('paginas/header.php');
29
30             $pag = (isset($_GET['pag']))?$_GET['pag']:'home';
31
32             switch ($pag) {
33                 case "home":
34                     include_once('paginas/home.php');
35                     include_once('paginas/ciclo-hidrico.php');
36                     include_once('paginas/tecnologias-imersivas.php');
37                     break;
38                 case "trilha":

```

Figura 3: Trecho do em PHP da página index da plataforma.
Fonte: Arquivos da pesquisa, 2025.

Resultados

A oficina foi bem recebida pelos professores, que participaram ativamente das atividades de experimentação com recursos imersivos. Todos relataram entusiasmo com a possibilidade de aplicar as tecnologias em sala de aula, destacando o maior interesse dos alunos frente às novas metodologias.

Os dados indicaram que 70% dos participantes nunca haviam recebido capacitação prévia sobre tecnologias imersivas, mas 100% afirmaram sentir-se aptos a aplicá-las após a formação. Quanto à qualidade do conteúdo da oficina, 90% avaliaram como “excelente” e 10% como “muito bom”. Além disso, todos consideraram que os recursos apresentados ampliam o potencial de ensino de Ciências Ambientais e do ciclo da água, reconhecendo também a aplicabilidade em outras áreas do conhecimento.

No processo de validação da Plataforma *Maker*, 100% dos professores classificaram a navegação como intuitiva, o design como excelente e os conteúdos ambientais como altamente relevantes (nota 10). Sugestões apresentadas, como a reestruturação da trilha de vídeos em formato de playlist, foram incorporadas durante a oficina, fortalecendo o caráter colaborativo do desenvolvimento.

Dessa forma, foi possível alcançar com êxito o objetivo de desenvolver uma Plataforma *Maker* como ferramenta de apoio à formação docente na integração das tecnologias imersivas à prática pedagógica com foco em sustentabilidade. A Figura 6 traz a página principal da plataforma que pode ser acessada pelo link <https://www.plataformamaker.com.br/>, assim como

escaneando o QRCode apresentado na Figura 4. Para facilitar a utilização foi criado um guia de acesso que está disponibilizado QRCode apresentado na Figura 5 ou no link:

https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/10906/3/PROD.EDUC_EliasReis_PROF_CIAMB.pdf.



Figura 5: Guia de acesso.
Fonte: Próprios autores, 2025.



Figura 4: Plataforma Maker.
Fonte: Próprios autores, 2025.



Figura 6: Página Inicial da plataforma.
Fonte: Arquivos da pesquisa, 2025.

Conclusões

Os resultados evidenciaram que a Plataforma *Maker* é um recurso pedagógico eficaz para apoiar a formação docente na integração de tecnologias imersivas ao ensino da sustentabilidade. A iniciativa promoveu o protagonismo dos professores, que aprenderam a criar e utilizar recursos próprios em RA e RV, fortalecendo a articulação entre inovação tecnológica e prática pedagógica. Além disso, desenvolveu competências digitais, ambientais e pedagógicas entre os participantes e fomentou o protagonismo e a criatividade dos professores.

Observou-se que a combinação entre Cultura *Maker* e Tecnologias Imersivas favorece práticas mais dinâmicas, críticas e interdisciplinares, alinhadas às diretrizes da BNCC e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Entre os desafios identificados estão as limitações de infraestrutura tecnológica em escolas públicas e a necessidade de programas contínuos de formação docente. Conclui-se que a combinação entre Cultura *Maker* e Tecnologias Imersivas representa uma estratégia inovadora, com elevado potencial de replicabilidade em outras realidades escolares.

Recomenda-se a ampliação da plataforma para outros temas socioambientais e diferentes etapas da Educação Básica, bem como a integração com metodologias ativas, como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e gamificação. Também se faz necessária a institucionalização de políticas públicas que incentivem a formação continuada dos professores e o investimento em infraestrutura tecnológica nas escolas públicas. Tais avanços podem consolidar a Plataforma *Maker* como ferramenta inovadora e replicável em contextos diversos, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sustentabilidade.

Referências

- ANDERSON, C. **Makers: A Nova Revolução Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- AZEVEDO, V. K. da S.; ANDRADE, C.; FREIRE, L. M. **Educação Ambiental na discussão sobre os usos da água no ciclo de produção de bens de consumo**: desenvolvendo uma atividade didática na escola. Coleção. Fichário do Educador Ambiental, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2018.
- BACCI, D. L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, p. 211-226, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200014>
- BEHZADAN, A. H.; KAMAT, V. R. Enabling discovery-based learning in construction using telepresent augmented reality. **Automation in Construction**, v. 33, p. 3-10, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.003>

BLIKSTEIN, P.; WORSLEY, M. Children are no Hackers: Building a Culture of Powerful Ideas, Deep Learning, and Equity in the Maker Movement. In: PEPPLER, K.; HALVERSON E.; KAFAL, Y. **Makeology: Makerspaces as Learning Environments**. New York: Routledge, p. 64-79, 2016.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

BURDEA, G.; COIFFET, P. **Virtual reality technology**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119512608>

CARON, A. **Movimento Maker na Educação: conheça essa novidade!**. 2017. Disponível em: <https://integralweb.com.br/movimento-maker-na-educacao-conheca-essa-novidade/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CORDEL, P. G.; SANTOS, M. M. D. **Realidade virtual para simulação da manipulação de robôs**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 10, n. 2, p. 215-222, 2018.

DOUGHERTY, D. **Free To Make: How The Maker Movement is Changing our Schools, our Jobs, and our Minds**. California: North Atlantic Books, 2016.

ESCOLA EDUCAÇÃO. **O que é a cultura Maker e como aplicá-la na escola?** 2017. Disponível em: <https://escolaeducacao.com.br/o-que-e-a-cultura-maker/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: EGA, 1996.

GADOTTI, M. **Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2008.

GUIMARÃES, L. P.; DE CASTRO, L. “Chove chuva”: o uso do desenho animado e da experimentação para o ensino do ciclo da água na educação infantil. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 124-132, 2019.

HATCH, M. Maker Movement Manifesto. In: HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers**. Estados Unidos: McGraw-Hill. 2014. p. 1-33. Disponível em: <http://techshop.ws/images/0071821139%20Maker%20Movement%20Manifesto%20Sample%20Chapter.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

JACOBSON, R. After the «virtual reality» gold rush: the virtual worlds paradigm. **Computers & graphics**, v. 17, n. 6, p. 695-698, 1993.

KIRCHOF, E. R. Literatura infantojuvenil digital e imersão: obras com recursos de realidade virtual (RV) e de realidade aumentada (RA). **Revista e-escrita: Revista do Curso de Letras da UNIABEU**, v.12, n. 2, p. 224-241, 2021.

KOWALSKI, R. P. G.; TORRES, P. L.; SILVA, L. G. R. Tecnologia imersiva: o uso do seriado black mirror no ambiente acadêmico. **Communitas**, v. 4, n. 7, p. 168-181, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/COMMUNITAS/article/view/2837/2207>>. Acesso em: 27 junho 2024.

KRUEGER, M. W. **Artificial reality II**. Boston: Addison-Wesley Professional, 1991.

LATTA, J. N.; OBERG, D. J. A conceptual virtual reality model. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 14, n. 1, p. 23-29, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1109/38.250915>

MANSUR, J. E.; LEGEY, A. P.; MOL, A. C.; COTELLI, A.; CARVALHO, P. Promoção do interesse pela ciência por meio do uso da realidade virtual na demonstração de um experimento científico. **Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação**, v. 7, n. 1, p. 79-96, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29327/2283237.7.1-6>

MARTINEZ, S. L.; STAGER, G. S. **Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom**. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MARTINS, B. D. **Aplicações de realidade aumentada e virtual para auxiliar a educação**. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação e Informação da Escola Politécnica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/17315/1/monopoli10026065.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO. **Década da educação das nações unidas para um desenvolvimento sustentável, 2005-2014**: documento final do esquema internacional de implementação. Brasília: UNESCO, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO. **The millennium development goals report 2015**. UNESCO, 2015. Disponível em: [http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf). Acesso em: 03 fev. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO. **Learning assessment at UNESCO**: Ensuring effective and relevant learning for all. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002603/260325e.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. **On the Horizon**: The International Journal of Learning Futures, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de Software**: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2020.

QUEIROZ, E.; MOURA, R.; SOUZA, E. Como a Realidade Aumentada tem Auxiliado no Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências da Natureza? Um Mapeamento Sistemático da Literatura. In: **Anais do IV Congresso sobre Tecnologias na Educação**, agosto 28, 2019, Recife, Brasil. SBC, Porto Alegre, Brasil, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.5753/ctrl.2019.8870>

SILVEIRA, F. Design & Educação: novas abordagens. In: MEGIDO, Victor Falasca (Org.). **A Revolução do Design**: conexões para o século XXI. São Paulo: Gente, 2016. p. 116-131.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 10. ed. Pearson, 2019.

TORI, R. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. 2. ed. São Paulo: Senac, 2017.