

O USO DE RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS PARA DIVULGAÇÃO DE ARQUEOLOGIA DIGITAL: PROJETO ERGANE E CTA

THE USE OF OPEN EDUCATIONAL RESOURCES FOR THE DISSEMINATION OF DIGITAL ARCHAEOLOGY: ERGANE AND CTA PROJECT

Bruno Thomazi Zanette⁵
Cristthian Marafigo Arpino⁶
João Vinícius Chiesa Back⁷
Milena Rosa Araújo Ogawa⁸
Vander Gabriel Camargo⁹

Recebido em 31 de março de 2025

Aceito em 30 de abril de 2025

Resumo: Este estudo discute como as tecnologias livres e abertas podem contribuir para o desenvolvimento de recursos educacionais, bem como para a democratização do patrimônio cultural. Avalia-se a parceria entre o Ergane e o CTA na produção de simulações 3D de artefatos antigos, seus usos e sua respectiva disponibilização online e impressão 3D.

Palavras-Chave: Arqueologia Digital; História Antiga; Ensino de História; Tecnologias Livres; Modelagem 3D.

Abstract: This study discusses how free and open technologies contribute to the development of educational resources and the democratization of heritage. It evaluates the partnership

⁵ Mestrando em Design na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Graduado em Engenharia Física pela UFRGS. Cofundador e coordenador do projeto de extensão "Ergane: Arqueologia Digital na Educação". Orcid - <https://orcid.org/0009-0002-0481-0089>

⁶ Bacharelado em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do ABC Paulista, fundador da Eco Indústria Modular e coordenador do grupo Solarpunk Brasil, de design de sistemas regenerativos. E-mail: cristthian.arpino@gmail.com Orcid - <https://orcid.org/0009-0000-6729-3598>

⁷ BI do projeto da União Europeia Interreg Sudoe Cultur-Monts, envolvendo Espanha, França e Portugal, no Lab2PT - Laboratório de Paisagens, Património e Território. Mestrando em Arqueologia na Universidade do Minho (Braga, Portugal). Licenciado e bacharel em História pela UFRGS. Cofundador e coordenador do projeto de extensão "Ergane: Arqueologia Digital na Educação". E-mail: back.joaovinicius@gmail.com. Orcid - <https://orcid.org/0000-0002-7290-7520>

⁸ Professora no Departamento de Metodologia do Ensino da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), coordenadora do Laboratório de Estudos sobre a Cerâmica Antiga (LECA-Unipampa), e coordenadora do GTHA-Anpuh/RS, para a gestão 2024-2026. Doutora, mestra e bacharela em História pela UFPel, licenciada em História e Especialista em Direitos Humanos e Cidadania pela UNIPAMPA. E-mail: ogawa_milena@hotmail.com.br. Orcid - <https://orcid.org/0000-0002-4919-5422>

⁹ Doutorando e Mestre em História Social pelo PPGH/UFRGS. Secretário do GTHA-Anpuh/RS. Cofundador e coordenador do projeto de extensão "Ergane: Arqueologia Digital na Educação". E-mail: vandergcamargo@hotmail.com Orcid - <https://orcid.org/0000-0003-1706-0459>

between Ergane and CTA in the production of 3D simulations of ancient artifacts, as well as their online availability and 3D printing.

Keywords: Digital Archaeology; Ancient History; Teaching of History; Free Technologies; 3D Modeling.

1. Introdução

O projeto de extensão Ergane – Arqueologia Digital na Educação (2021-2025), vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), visa ampliar criticamente as formas tradicionais de Ensino de História por meio da Arqueologia Digital¹⁰, em oposição à Educação Bancária (FREIRE, 1974). Esse campo interdisciplinar abrange teorias e métodos digitais aplicados à Arqueologia (HUGGETT, 2024), com destaque para a digitalização 3D¹¹ de patrimônio arqueológico.

Entre as práticas desenvolvidas, destacam-se: a inserção em Sistemas de Informação Geográfica (SIG)¹² por meio do software QuantumGis¹³; a modelagem 3D, com softwares como Blender¹⁴, Rhinoceros¹⁵ e Maya¹⁶; e o levantamento fotogramétrico, a exemplo do Meshroom¹⁷ e Agisoft Metashape¹⁸.

¹⁰ Para conhecer mais sobre o projeto Cf. Zanette, Back, Ogawa, Camargo, 2021.

¹¹ Como apontado por Jeffrey Clark (2010, p. 63) “[...] os arqueólogos podem dizer que criaram uma ‘reconstrução’ de alguma faceta do passado, mas, na realidade, não o fizeram e, com poucas exceções, não podem [fazê-lo] “reconstruir” o passado; só é possível construir modelos ou simulações do passado. Alegar ter feito isso é um erro. Ao mesmo tempo, ao chamar sua construção de reconstrução, engana-se o observador desse modelo, tanto profissionais quanto leigos, e, às vezes, até a si mesmo. E isso é prejudicial ao que os arqueólogos estão tentando alcançar, tanto na pesquisa quanto na educação. Isso se aplica tanto à arqueologia tradicional quanto à ciberarqueologia.” (CLARK, 2010, p. 63, tradução nossa).

¹² “Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação.” (LISBOA FILHO; IOCHPE, 2000, p. 1).

¹³ Disponível em: <<https://qgis.org/download/>> Acesso em 29.03.2025.

¹⁴ Disponível em: <<https://www.blender.org>> Acesso em 29.03.2025.

¹⁵ Disponível em: <<https://www.rhino3d.com>> Acesso em 29.03.2025.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.autodesk.com/br/products/maya/overview>> Acesso em 29.03.2025.

¹⁷ Disponível em: <<https://alicevision.org/#meshroom>> Acesso em 29.03.2025.

¹⁸ Disponível em: <<https://www.metashape-la.com/pt/agisoft-metashape-pt>> Acesso em 29.03.2025.

Também se incluem as visualizações não digitais, como impressões 3D e papercrafts¹⁹.

Desde sua concepção, o projeto Ergane tem centrado sua atuação na digitalização e materialização de simulações 3D de artefatos para uso em sala de aula.²⁰ É válido pontuar, ainda, que mesmo que se empreguem métodos altamente precisos, a modelação 3D de artefatos envolve, inevitavelmente, decisões subjetivas, impossíveis de serem completamente contornadas por parte do modelador, tais como a simplificação da malha²¹, a edição de texturas e a remodelagem da peça. Desse modo, consolidou-se, entre os membros da equipe (designers 3D e educadores), o entendimento de que diferentes níveis de verossimilhança ao objeto original são necessários, a depender das características do objeto e, como exposto nos Princípios Internacionais de Arqueologia Virtual (THE SEVILLE PRINCIPLES, 2017), da finalidade, como em nosso caso, ao adotarmos os modelos em contexto pedagógico.

Um exemplo dessa abordagem é o papercraft apresentado na Figura 1 (Cf. Figura 1). Trata-se de um modelo simplificado de uma cerâmica grega do acervo do Museu Real da Bélgica (inventário A2989), o qual é planejado com delimitações de dobras e recortes, podendo ser impresso em 2D (e montado em 3D) a partir das orientações de encaixes. Sua geometria mais simples, composta por um número reduzido de polígonos, facilita e permite a montagem manual do objeto, sem comprometer seu potencial didático enquanto indicador da nossa (ou de outra, em relação reflexiva de alteridade) memória cultural.

¹⁹ É a tentativa de recriar objetos a partir do papel, utilizando recorte, dobradura, colagem e modelagem. A exemplo daqueles presentes no livro de Becker et al. (2021).

²⁰ Ambas as dimensões não devem ser concebidas como antagônicas, uma vez que o próprio domínio do “digital” pressupõe uma base material—seja na infraestrutura dos datacenters, nos componentes eletrônicos, nos circuitos elétricos ou mesmo em elementos físicos de interface, como interruptores.

²¹ Uma malha é formada por vértices, arestas e faces que definem a estrutura de um objeto 3D. Quanto mais polígonos ela tiver, maior será o nível de detalhe e curvatura representado, embora isso exija mais memória e processamento. Já uma malha com menos polígonos é mais leve, mas apresenta menos precisão na forma.



Figura 1: Papercraft feito a partir de uma píxide grega (490-480 AEC). À esquerda e no centro, material didático; à direita, renderização do modelo 3D simplificado. Fonte: Vander Gabriel Camargo.

Mesmo com poucas faces, o papercraft permite discutir aspectos fundamentais do objeto, como sua decoração, estimulando questionamentos sobre a sua morfologia e sobre os motivos decorativos de sua composição. Ademais, a forma (ainda que simplificada) do artefato não deixa de simular a materialidade do seu referente, o que pode ser interpretado para questionar os usos “dados” a ele, no presente e no passado, em relação a um universo de coisas maior, visto que a topologia (e o seu “discurso sobre o lugar das coisas”) é fundamental para a Arqueologia, como bem elencado por Grégoire Van Havre (2015).

Com vistas a atender diferentes propósitos, o projeto ampliou seu escopo para a criação de simulações 3D com aproximação à realidade de seus referentes vinculados à atribuída “História Antiga”²². Nesse sentido, o repositório on-line do projeto disponibiliza modelos digitais de objetos gregos, romanos, egípcios e mesopotâmicos, sem contudo, negligenciar a compreensão de que os povos indígenas da “América”²³ desempenharam um relevante papel na construção da

²² Cf. discussão em Norberto Guarinello (2013).

²³ O nome “América” foi atribuído por Waldseemüller em seu *Cosmographiae Introductio* (1507), em referência clara a Amerigo Vespucci. Segundo Rafael Farret e Simone Pinto (2011), baseados

História Antiga deste continente²⁴. Assim, o acervo também contempla a digitalização de modelos de objetos atribuídos a grupos da Mesoamérica, como os maias, e da América Meridional, como os tupinambás e guaranis, mostrando diferentes narrativas plurais das sociedades antigas.

Em outra direção, diversos modelos foram impressos em 3D no Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA), atrelado ao Instituto de Física da UFRGS, e seus arquivos foram disponibilizados para fins educacionais. Essa iniciativa reflete a parceria entre o CTA e o projeto Ergane, estabelecida desde a sua fundação deste último, e consolidada pelo compromisso conjunto com uma educação baseada no uso de tecnologias livres e abertas.

Não por acaso, essa colaboração assenta-se na defesa de uma pedagogia emancipatória, alicerçada na democratização do conhecimento e na potencialidade transformadora de uma educação libertadora (FREIRE, 1967, 2015; FREIRE, SHOR, 1986). O artigo que aqui se apresenta liga-se fortemente a este conceito, e pretende discutir o uso das tecnologias livres e abertas para a criação de recursos educacionais.

2. As tecnologias Livres e a produção de recursos educacionais abertos

A trajetória das tecnologias livres e de código aberto começa no conceito de software livre²⁵ (STALLMAN, 1986), cuja ligação com a História da

em Arturo Ardao (1980), o nome se consolidou em três etapas: primeiro, como “Índias”, sem plena noção de sua existência e limites; depois, como “Novo Mundo”, reconhecendo a sua existência, embora sem um nome claro, que para Ardao continua a ser adotado por sua “riqueza semântica em seu jogo dialético com o Velho Mundo” (ARDAO, 1980, p. 17); e, por fim, como “América”, nome mais definitivo, associado a Amerigo, não por acaso membro de uma das mais influentes famílias de Florença.

²⁴ Em perspectiva dialogada com as ideias de Eduardo Neves (2006, 2015), para quem o período, até então conhecido como “Pré-História”, no Novo Mundo (relacionado ao período anterior à colonização europeia), deve ser entendido como uma espécie de “História Antiga dos povos indígenas” (NEVES, 2006, 2015), visão próxima das proposições críticas de Clive Gamble (2015) e Lucas Bueno (2019) em detrimento do uso do conceito de “Pré-História”.

²⁵ Software livre é aquele que respeita a liberdade dos usuários e a comunidade. Grosso modo, significa que os usuários têm a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, modificar e melhorar o software (STALLMAN, 1986, n.p).

Computação é intrínseca. Em suas fases iniciais, quando as primeiras instruções computacionais eram compartilhadas entre pesquisadores, esse paradigma consolidou-se para uma estruturação normativa por meio de licenças específicas²⁶, e, no âmbito dos conteúdos, as diferentes modalidades da Creative Commons. A formulação desses conceitos por Bruce Perens, ampliou a noção de acessibilidade, reprodutibilidade e capacidade de remixagem de técnicas e tecnologias (PERENS, 1999), ao estabelecer diretrizes que incentivaram (e incentivam) a transparência, a liberdade de modificação e a redistribuição do código-fonte, abordagem que fomentou a inovação colaborativa e a democratização do conhecimento.

Argumenta-se que a facilidade de replicabilidade ao software torna-o particularmente adequado ao compartilhamento de conhecimento. Esse aspecto permite que um público interessado contribua para projetos de grande alcance, muitos dos quais se consolidaram como padrões da indústria. Exemplos representativos incluem o Linux²⁷, um sistema operacional amplamente adotado, e o Blender, um software que abrange toda pipeline²⁸ de produção de animação 3D. Ambos os programas têm sido desenvolvidos continuamente desde o início da década de 1990, ao mesmo tempo em que incorporam contribuições da comunidade e disponibilizam integralmente o código-fonte de seus produtos.

A expansão do conceito de licenças permissivas, inicialmente desenvolvido para software, para o domínio do hardware, como exemplificado pela Licença do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT License), devido à sua simplicidade e permissividade (MIT, 1988), resultou na criação de licenças específicas para o hardware livre e aberto, como o CERN²⁹ (Conselho Europeu para a Pesquisa Nuclear). Esta última foi desenvolvida com o intuito de promover a abertura e a colaboração no desenvolvimento e compartilhamento de projetos físicos. Atualmente, tais licenças são amplamente empregadas para o

²⁶ Como a GPL (Licença Pública Geral) e a AGPL (Licença Pública Geral Affero).

²⁷ Disponível em: <<https://www.linux.org/>> Acesso em 29.03.2025.

²⁸ A pipeline é o conjunto de etapas sequenciais e interdependentes em um processo de produção, especialmente em contextos como a animação e o design digital.

²⁹ Disponível em: <<https://www.asn.fr/>> Acesso em 29.03.2025.

compartilhamento de projetos físicos diversos, abrangendo desde circuitos eletrônicos e dispositivos físicos (WOLFF, 2012) até arquivos para impressão 3D, projetos arquitetônicos e artefatos arqueológicos digitalizados.

A filosofia das licenças de software livre, hardware livre e Creative Commons se alinha à definição de “Obras Culturais Livres”, que estabelece critérios para assegurar que uma obra possa ser utilizada, estudada, modificada e redistribuída sem restrições significativas. Tais diretrizes promovem a democratização do conhecimento e ampliam o acesso a recursos culturais e acadêmicos, consolidando o ideal de uma cultura livre, aberta e acessível a um grande grupo de pessoas (SILVEIRA, 2009).

A título de exemplo, o CTA³⁰, primeiro laboratório de tecnologias livres do Brasil, destaca-se como um ambiente propício para o desenvolvimento de trabalhos que visam democratizar o conhecimento através das tecnologias livres e abertas. No CTA, diferentes integrantes, principalmente discentes e docentes de Engenharia Física, desenvolvem projetos específicos dentro de um espaço comum, tanto presencialmente quanto por meio do repositório online disponível no GitLab.³¹ Com base nisso, a convivência permite o compartilhamento de soluções e problemas, principalmente sobre os dispositivos necessários para o desenvolvimento de novos recursos. Neste sentido, o centro pode ser entendido como uma Comunidade de Prática (CoP), definida(s) como:

Estruturas sociais que possuem a prática como fonte de coerência de sua unidade e se caracterizam pela existência de um empreendimento comum, um compromisso mútuo entre os participantes e um repertório de falas e atitudes compartilhadas (MEGA, ARAÚJO, VEITE, 2020, p. 3).

Entre os equipamentos do CTA, destacam-se impressoras 3D, por permitirem a rápida manufatura de objetos com baixo custo, as quais tiveram sua popularização alargada através da liberação de patentes e a produção colaborativa dessas máquinas (SAVINI, 2015). O impacto social dessa expansão

³⁰ Disponível em: <<https://cta.if.ufrgs.br/capa/>> Acesso em 29.03.2025.

³¹ Gerenciador de repositório de software - Disponível em: <<https://about.gitlab.com/>> Acesso em 29.03.2025.B

é evidente, como exemplo o “Edital Chamada pública CNPq/MCTI/FNDCT CONECTA E CAPACITA nº 13/2024 - PROGRAMA MAIS CIÊNCIA NA ESCOLA” (BRASIL, 2024) incluiu impressoras 3D entre as recomendações para laboratórios makers³² escolares, evidenciando a crescente importância dessa tecnologia na educação científica.

Quando aplicados à Educação, os Recursos Educacionais Abertos (REA) desempenham um papel fundamental na democratização do conhecimento. Como argumentam Freitas, Araújo e Heidemann (2022), ao associar os movimentos de cultura livre à Educação em Ciências e Tecnologia (C&T), de um viés emancipatório, incentiva-se que a comunidade escolar - professores, alunos, familiares - se aproprie “de tecnologias e técnicas profissionais de engenharia e de ciências, de maneira a aumentarem suas capacidades de ação sobre o mundo, seja ele artístico, cultural ou científico” (2022, p. 414).

No projeto Ergane, essa emancipação se evidencia não apenas pelos historiadores que, por meio das oficinas oferecidas pelo grupo, ensinam como criar modelos 3D, materializando seus objetos de pesquisa, mas também pelos estudantes que têm a oportunidade de interagir com materiais que, de outra forma, estariam inacessíveis por outros meios.³³ O patrimônio material das culturas estudadas, muitas vezes salvaguardado em museus distantes, passa a se tornar, ao menos em parte, tangível para estudantes e pesquisadores, em grande medida, do Sul Global.

Os REAs, junto da Arqueologia digital, podem ser significativamente fortalecidos e escalados por meio de projetos de ciência cidadã que se demonstram frutíferos como ferramentas de aprendizado em larga escala, e de engajamento comunitário, como evidenciado por Rick Bonney et al. (2009). Estes autores ressaltam como tais iniciativas promovem o letramento científico e a participação ativa do público em pesquisas.

³² “Entende-se por laboratório maker o espaço físico na escola composto por instrumentos e equipamentos, onde os(as) estudantes são orientados(as) a transformar ideias em projetos de pesquisa colaborativos, lúdicos, reflexivos e criativos” (BRASIL, 2024, p.1).

³³ Para conhecer algumas oficinas de 2021-2024 Cf.: Disponível em: <<https://www.instagram.com/ergane.arqdig/>> Acesso em 29.03.2025.

Conforme destacado por Andrea Wiggins e Kevin Crowston (2011), a integração de atividades científicas no currículo escolar emerge como uma estratégia importante para aproximar o Ensino das práticas reais de pesquisa. No campo da Arqueologia digital, essa articulação entre ciência cidadã e educação formal proporciona uma oportunidade ímpar para que professores e estudantes se envolvam em discussões relativas à produção de dados científicos, análises e interpretações acerca de artefatos arqueológicos, culturas e formas de organização social (do passado e presente). Dentro disso, tais experiências não apenas resultam em contribuições relevantes para bases nacionais de dados, mas também para uma aprendizagem significativa, orientada por problemas reais e contextualizados, que aproxima a escola do “saber-fazer” científico.

Projetos de ciência cidadã voltados para a Arqueologia digital podem ser estruturados de maneira a abranger diversos modelos de participação pública — incluindo os contratuais, contributivos, colaborativos e co-criados — conforme a tipologia proposta por Jennifer Shirk et al. (2012). Essa flexibilidade metodológica confere-nos uma grande versatilidade, tornando-os ferramentas adaptáveis a diferentes níveis de ensino, contextos socioculturais e objetivos pedagógicos.

Como observado por Gabriela Gonzalez e Natalia Ghilardi-Lopes (2024), as iniciativas educacionais fundamentadas na ciência cidadã possibilitam o desenvolvimento de sequências de ensino-aprendizagem personalizadas, ajustadas às realidades e intenções de docentes e estudantes em qualquer contexto sociocultural. Essas experiências favorecem o engajamento progressivo dos alunos nas etapas do método científico e, no caso da Arqueologia (digital ou não), também nos processos de documentação, interpretação e reconstrução de contextos do passado humano.

Nesse sentido, as ferramentas digitais deixam de ser meramente ilustrativas para se tornarem instrumentos essenciais da construção de conhecimento. Conforme argumentado por Bernard Frischer e Anastasia Dakouri-Hild (2008), as tecnologias 2D e 3D, quando utilizadas como ferramentas cognitivas, ampliam as possibilidades de descoberta científica e permitem a

construção ativa de hipóteses por meio da visualização e tratamento de dados arqueológicos complexos.

Portanto, a modelagem 3D, por exemplo, transcende seu papel como simples recurso de comunicação, assumindo uma função investigativa fundamental na formulação e validação de teorias e hipóteses arqueológicas (HERMON, 2008). Nesse sentido, a integração dessas abordagens ao ensino promove uma aprendizagem fundamentada na experiência e no raciocínio visual (GOODING, 2008), criando oportunidades concretas para que os estudantes atuem como agentes no processo de construção do conhecimento histórico e patrimonial. Afinal, estes jamais chegam como uma tabula rasa (LOCKE, 1999 [orig. 1689], ao ambiente escolar, ainda que seja “na inconclusão do ser que se sabe como tal, que se funda a educação como processo permanente” (FREIRE, 2011, p. 40).

3. Pensando o ensino de História Antiga através do 3D no projeto Ergane

No Ergane, dois métodos de criação de modelos 3D de artefatos históricos e arqueológicos foram utilizados durante o desenvolvimento dos trabalhos pela equipe multidisciplinar: o método direto de modelagem 3D e a fotogrametria. O primeiro, utilizado mais largamente durante os mais de quatro anos de existência do projeto, o qual é caracterizado pelo uso de imagens de diferentes perspectivas de um determinado artefato como referencial para modelagem livre em softwares 3D³⁴ (o Blender, no caso do projeto), bem como para a sua texturização (TORRES et al., 2010, p. 51).

A fotogrametria envolve centenas de fotos tiradas ao redor do objeto em diversos ângulos (preferencialmente, em seus 360 graus). O software³⁵ emparelha as imagens, gerando uma nuvem de pontos convertida em malha texturizada (GOMIDE, 2022, p. 40-41).

³⁴ No caso do projeto, utilizamos o Blender.

³⁵ Entre os exemplos, cita-se o Meshroom (gratuito e open-source) e o 3DF Zephyr© (gratuidade limitada ao uso de 50 imagens por objeto).

A respeito da produção de modelos 3D de artefatos advindos da Antiguidade, o método direto mostrou-se o mais eficaz considerando-se o contexto educacional brasileiro, no qual são raros os exemplares de cultura material do mundo antigo (ao menos do Velho Mundo) salvaguardados por instituições nacionais. A utilização desse método possibilita a elaboração de simulações 3D de objetos com poucas fotografias e que por vezes estão distantes do responsável pela digitalização. Soma-se a isso o custo-benefício do processo, que não prevê deslocamentos do designer, nem gastos com maquinários tão sofisticados (ZANETTE; BACK; OGAWA; CAMARGO, 2021, p. 153). Para tanto, os catálogos e repositórios on-line de Museus de diferentes países foram, em grande medida, a fonte para as imagens dos objetos modelados de maneira digital pelo Ergane.

Todos os modelos 3D desenvolvidos pela equipe do projeto, foram disponibilizados on-line, com a licença Creative Commons, sendo permitida a sua utilização em contextos educacionais e a sua replicabilidade em ambiente virtual e/ou impressão. A plataforma utilizada pelo projeto para compartilhar os modelos digitais com textura é chamada Sketchfab, a qual, mesmo em seu plano gratuito, permite a visualização, compartilhamento e download e é reconhecida como uma forma eficiente de adotar modelos em sala de aula (JACOBS, 2022). No perfil do projeto Ergane, encontram-se mais de 60 simulações 3D, que representam artefatos de diferentes culturas do mundo e de diferentes períodos, com grande destaque para aqueles atribuídos à Antiguidade³⁶.

Com a finalidade de aproximar a materialidade dos objetos para a sala de aula, a equipe do projeto também desenvolveu kits didáticos a serem compartilhados com professores da rede básica de educação. Entre esses materiais, citam-se as caixas pedagógicas, sendo elas de duas temáticas “a caixa grega” e “a caixa RS (Rio Grande do Sul) Indígena”, as quais são constituídas por impressões 3D de artefatos em escala reduzida que permitem aproximações à

³⁶ Ergane. Modelos. Sketchfab. Disponível em: <<https://sketchfab.com/Ergane/models>> Acesso em: 29.03.2025.

História das suas respectivas culturas de origem, bem como guias didáticos acerca de como adotar esses objetos em sala de aula e como inseri-los nos componentes curriculares da disciplina³⁷.

Vale salientar que a impressão 3D, conforme Pedro da Silveira, “é um produto da transposição de mídia computacional em um objeto físico e tátil” (2020, p. 16). Ao estarem nas mãos das pesquisadoras e pesquisadores, das professoras e professores, dos alunos e alunas, essas ferramentas contribuem para mudar o modo como as pessoas avaliam os artefatos arqueológicos e como interpretam os grupos humanos do passado (FLEMING, 2017, p.73).

Ademais, também foram produzidos diversos recursos educacionais que permitem avaliar aproximações (e distanciamentos) à materialidade dos artefatos em sala de aula, mesmo quando a escola não possui impressoras 3D para isso (ou se localiza longe da área de empréstimo das caixas pedagógicas do projeto). Os papercrafts (como já citados na introdução), exemplificam essas propostas, assim como outras alternativas de atividades, como quebra-cabeças arqueológicos que emulam o processo de “reconstituir” um artefato a partir dos seus fragmentos (SOARES et al., 2022, p.59-60).

Ao adotar uma perspectiva de uma educação em que os alunos são agentes ativos, concebe-se a sala de aula como um laboratório dinâmico de experimentação, em oposição ao modelo tradicional de ensino centrado na transmissão passiva de conteúdos, característico do formato auditório (BECKER, 1999). Nesse contexto, os materiais desenvolvidos são mobilizados em propostas pedagógicas nas quais os alunos assumem a postura de cientistas, interrogando as fontes históricas e formulando hipóteses, de modo a construir, conjuntamente com os educadores, narrativas sobre o passado a partir da cultura material. Tal processo se efetiva por meio da exploração de representações tridimensionais

³⁷ @ergane.arqdig. Caixa Grega. Instagram. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CwQG-3yuv4C/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRIODBiNWFIZA> Acesso em: 29.03.2025. @ergane.arqdig. Caixa RS Indígena. Instagram. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CyWWkVruXhW/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRIODBiNWFIZA> Acesso em: 29.03.2025.

digitais, de suas impressões em 3D ou, ainda, de suportes alternativos, como os papercrafts.

Dessa forma, o projeto Ergane, tanto na teoria quanto na prática, reafirma o entendimento de que a ciência cidadã se define pela participação ativa da sociedade na geração de conhecimento científico, envolvendo compreender os caminhos para a sua construção. Essa abordagem desafia a divisão tradicional entre especialistas e o público geral, promovendo a democratização da ciência e a ampliação do letramento científico (BONNEY et al., 2009), tão importante em uma época de negacionismo.

Para além da mera coleta de dados, os projetos de ciência cidadã favorecem o aprendizado prático e o desenvolvimento de habilidades investigativas, incentivando conexões significativas e sensíveis entre a prática científica e a vida cotidiana dos participantes.

4. Considerações Finais

A união das áreas apresentadas nesse artigo configura-se como uma forma inovadora de pensar a difusão do conhecimento a partir da cultura material, tensionando os limites da produção científica ao extrapolar os muros da academia. Neste contexto, projetos de Arqueologia digital que incorporam uma perspectiva freireana não apenas estimulam o letramento cultural, ao criar oportunidades para que estudantes e cidadãos se engajem, de forma crítica e sensível, na construção de narrativas sobre o patrimônio material e imaterial de povos da Antiguidade, incluindo aqueles historicamente marginalizados na historiografia hegemônica, como os que compõem a História Antiga da América.

Importa afirmar, entretanto, que tal proposta não visa, ainda que o termo possa sugerir, uma “alfabetização” cultural em sentido impositivo. O que se propõe é crer que o patrimônio e a história possuem a potência de instigar sujeitos a pensarem a si mesmos, ao mundo e ao outro de maneira reflexiva e sensível (GIL, 2020), contribuindo para a formação de uma consciência crítica e ética.

Reconhece-se, todavia, que os desafios e riscos envolvidos em tal empreendimento não são triviais. Ainda assim, como já advertia Paulo Freire no século passado, ensinar exige risco — o risco de acolher o novo, de confrontar preconceitos e de rejeitar qualquer forma de discriminação: “Assumindo minhas convicções, disponível ao saber, sensível à boniteza da prática educativa, instigado por seus desafios que não lhe permitem burocratizar-se” (FREIRE, 2011, p. 48). É nesse espírito que se inscreve a proposta aqui apresentada: como uma prática educativa comprometida com a transformação social, a sensibilidade e a pluralidade de vozes na produção do conhecimento.

Referências Bibliográficas:

ARDAO, Arturo. Génesis de la idea y el nombre de América Latina. Caracas: Centro de Estudios Latino-americanos Romulo Gallegos, 1980.

BECKER, André et al. Arqueologia digital e história indígena no RS: o povoamento inicial através de artefatos. Porto Alegre, UFRGS, 2021.

BECKER, Fernando. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. In: Educação e Realidade, Porto Alegre, RS, v. 19, n. 1, p. 89-96, 1999.

BONNEY, Rick et al. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, v. 59, n. 11, p. 977–984, 2009.

BRASIL. Chamada pública CNPq/MCTI/FNDCT CONECTA E CAPACITA nº 13/2024 - - PROGRAMA MAIS CIÊNCIA NA ESCOLA”, 2024. Disponível em: https://memoria2.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&filtro=abertas&detalha=chamadaDivulgada&idDivulgacao=12065. Acesso em 29.03.2024.

BUENO, Lucas. Arqueologia do povoamento inicial da América ou História Antiga da América: quão antigo pode ser um ‘Novo Mundo’? *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, Belém, v. 14, n. 2, p. 477-495, maio-ago. 2019.

CLARK, Jeffrey. The fallacy of reconstruction. In: FORTE, Maurizio (Ed.). *Cyber-Archaeology*. Oxford: Archaeopress, 2010, p. 63-74.

FARRET, Rafael; PINTO, Simone. América Latina: da construção do nome à consolidação da ideia. *Topoi*, v. 12, n. 23, jul-dez. 2011, p. 30-45.

FLEMING, Maria; ABREU, Tatiana; BASTOS, Marcio; MARTIRE, Alex; GREGORI, Alessandro. A importância das novas tecnologias para a Arqueologia e suas possibilidades de uso: a impressão 3D e os projetos do LARP. In: Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica, v. 11, n. 1, p.57-79, Jan - Jun, 2017.

FREIRE, Paulo. À sombra desta mangueira. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

FREIRE, Paulo. Educação como prática de liberdade. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo; SHOR, Ira. Medo e ousadia: o cotidiano do professor. 18. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FREITAS, Marina de; ARAUJO, Ives Solano; HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. Cultura livre na educação: uma revisão da literatura sobre o uso de Tecnologias Livres, Ciência Aberta e Recursos Educacionais Abertos no ensino de Física e Engenharia. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 39, n. 2, p. 411–438, 2022.

FRISCHER, Bernard; DAKOURI-HILD, Anastasia (Org.). Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology. Oxford: Archaeopress. (BAR International Series, 1805), 2008.

GAMBLE, Clive. The anthropology of deep history. Journal of the Royal Anthropological Institute, Londres, v. 21, n. 1, p. 147-164, março 2015.

GIL, Carmem. Investigações em Educação patrimonial e Ensino de História (2015-2017). Clio, Recife, v. 31, n. 1, p. 107-127, jan/jun 2020.

GOMIDE, Maria. Fotogrametria na prática: digitalizando cerâmicas arqueológicas em 3D. PORTO, Vagner; MARTIRE, Alex (Orgs.). (Des)construindo arqueologias digitais. São Paulo: Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, 2022. p. 40-54.

GONZALEZ, Gabriela; GHILARDI-LOPES, Natalia. Alfabetização científica e prática de ciência cidadã em sala de aula: estratégias pedagógicas para diferentes níveis de envolvimento. Ciência & Educação, v. 30, 2024.

GOODING, David. Envisioning Explanation: The Art in Science. In: FRISCHER, Bernard; DAKOURI-HILD, Anastasia (Org.). Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology. Oxford: Archaeopress, 2008.

p.

1–11.

GUARINELLO, Norberto L. *A História antiga contemporânea*. São Paulo: Contexto, 2013.

HERMON, Sorin. Reasoning in 3D: a critical appraisal of the role of 3D modelling and virtual reconstructions in archaeology. In: FRISCHER, Bernard; DAKOURI-HILD, Anastasia (Org.). *Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology*. Oxford: Archaeopress, 2008. p. 36–45.

HUGGETT, Jeremy. Changing Theory and Practice? CAA and Archaeology's Digital Turn. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, v. 7, n. 1, 2024, p. 316–331.

JACOBS, Hannah L. SketchUp and Sketchfab: Tools for Teaching with 3D. *Journal of the Society of Architectural Historians*. v. 81, n. 2, p. 256–259, 1 June 2022.

LISBOA FILHO, Jugurta; IOCHPE, Cirano. *Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

LOCKE, John. *Ensaio acerca do entendimento humano*. São Paulo: Nova Cultural, 1999 [orig. 1689].

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. MIT License. 1988. Disponível em: <https://opensource.org/licenses/MIT>. Acesso em: 29.03.2025.

MEGA, Daniel F.; ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A.. Centro De Tecnologia Acadêmica Da UFRGS como comunidade de prática e possibilidade de criação de espaços não formais de aprendizagem: um estudo etnográfico. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 22, p. e12139, 2020.

NEVES, Eduardo Góes. *Arqueologia da Amazônia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

PERENS, Bruce. The Open Source Definition. In: DiBona, C.; Ockman, S.; Stone, M. (Ed.). *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. Sebastopol: O'Reilly Media, 1999. p. 171-188.

SAVINI, A.; SAVINI, G. G. A short history of 3D printing, a technological revolution just started. In: ICOHTEC/IEEE International History of High-Technologies and their Socio-Cultural Contexts Conference HISTELCON, Tel-Aviv, Israel, 2015, p. 1-8.

SHIRK, Jennifer L. et al. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecology and Society*, v. 17, n. 2, art. 29, 2012.

SILVEIRA, Sérgio A. da. Software livre, cultura hacker e ecossistema da colaboração. In: PALLADINO, Nelson; ZYLBERSZTAJN, Ana. (Org.). *Cibercultura e Política: perspectivas filosóficas*. São Paulo: Paulus, 2009. p. 115-139.

SOARES, Philipe et al. *Portfólio de extroversão patrimonial: arqueologia da Praça da Matriz, Porto Alegre-RS: edição dos autores*, 2022

STALLMAN, Richard. *The Free Software Definition*. In: GNU Project. 1986.

THE SEVILLE PRINCIPLES. *International principles of virtual archaeology*, 2017. Disponível: [https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles - IN-ES-FR.pdf](https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf). Acesso em: 29.03.2025.

TORRES, Juan. et al. *Aplicaciones de la digitalización 3D del patrimonio*. In: *Virtual Archaeology Review*, v.1, n.1, p.51-54, Abril, 2010.

VAN HAVRE, Grégoire. *Interações: análise da complexidade no registro rupestre do Vale do Ventura, Morro do Chapéu, Bahia*. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

WIGGINS, Andrea; CROWSTON, Kevin. *From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science*. In: *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2011.

WOLFF, Alexandre. *Estudo de caso sobre software livre e modo Debian de produção*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2012.

ZANETTE, Bruno T.; BACK, João V. C.; OGAWA, Milena R. A.; CAMARGO, Vander G. *Cultura material e arqueologia digital: novas estratégias para o ensino de História Antiga*. *GAÏA*, v. 12, n. 1, 2021, p. 151-156.