

REVITALIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO INY POR MEIO DA PRODUÇÃO DE OBJETO DIGITAL DE APRENDIZAGEM COM MIT APP INVENTOR

REVITALIZATION AND ENHANCEMENT OF THE INY NUMBERING SYSTEM THROUGH THE PRODUCTION OF A DIGITAL LEARNING OBJECT WITH MIT APP INVENTOR

Paulo Vítor Rodrigues de Brito¹

Diego Piasson²

Minéia Cappellari Fagundes³

Adailton Alves da Silva⁴

Resumo

Este artigo apresenta o processo de desenvolvimento de um Objeto Digital de Aprendizagem voltado à valorização e à revitalização do sistema tradicional de numeração do povo indígena *Iny/Karajá*. A pesquisa foi motivada pela constatação de que estudantes da Escola Estadual Indígena Hadori, localizada na comunidade indígena Krehawã, demonstravam reduzido conhecimento sobre esse sistema de numeração, atualmente preservado principalmente entre os anciões da comunidade, evidenciando a necessidade de ações voltadas à sua documentação, valorização e revitalização. O estudo, de abordagem qualitativa, articulou pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo ao desenvolvimento do aplicativo Números Iny, utilizando a metodologia INTERA (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis). A produção dos dados envolveu entrevistas com vinte e dois anciões e a colaboração de professores da comunidade especialistas na língua *Inyrybê*, responsáveis pela transcrição e validação das formas oral e escrita dos numerais. O aplicativo reúne textos e áudios dos numerais em *Inyrybê*, contemplando as variações linguísticas entre as formas masculina e feminina. Durante a avaliação pedagógica realizada com estudantes da Escola Estadual Indígena Hadori, o ODA mostrou-se adequado para apoiar a aprendizagem da escrita e da oralidade dos numerais, além

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Coordenador Local do Curso de Licenciatura em Matemática Intercultural, Campus do Médio Araguaia, Luciara, MT. Professor da Educação Básica na Escola Estadual Indígena Hadori no Território Indígena São Domingos – Luciara, MT.

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de São Paulo (UNESP). Professor no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática –PPGECM, na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Barra do Bugres, MT.

³ Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de São Paulo (UNESP). Professora no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática –PPGECM, na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Barra do Bugres, MT.

⁴ Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual de São Paulo (UNESP). Professor do Programa de Pós Graduação no Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT do Campus de Barra do Bugres, MT.

de contribuir para a documentação, valorização e revitalização desse importante conhecimento matemático tradicional do povo *Iny/Karajá*.

Palavras-Chave: Tecnologias Digitais; Sistema de Numeração *Iny/Karajá*; Objeto Digital de Aprendizagem; Educação Escolar Indígena.

Abstract

This article presents the development process of a Digital Learning Object (DLO) aimed at promoting the appreciation and revitalization of the traditional numeration system of the *Iny/Karajá* Indigenous people. The study was motivated by the observation that students from the Hadori Indigenous State School, located in the Krehawã Indigenous community, had limited knowledge of this traditional numeration system, which is currently preserved mainly by the community's elders. This scenario highlighted the need for actions focused on its documentation, appreciation, and revitalization. Adopting a qualitative approach, the study combined bibliographical research and field research with the development of the *Iny* Numbers application, following the INTERA methodology (Intelligence in Educational Technologies and Accessible Resources). Data collection involved interviews with twenty-two elders and the collaboration of community teachers specializing in the Inyrybè language, who were responsible for transcribing and validating both the oral and written forms of the numerals. The application integrates written texts and audio recordings of the numerals in Inyrybè, incorporating the linguistic variations between the male and female forms of the language. During the pedagogical evaluation conducted with students from Hadori Indigenous State School, the Digital Learning Object proved effective in supporting the learning of the written and spoken forms of the numerals, while also contributing to the documentation, appreciation, and revitalization of this important traditional mathematical knowledge of the *Iny/Karajá* people.

Keywords: Digital Technologies; Iny/Karajá Numeration System; Digital Learning Object; Indigenous School Education.

Introdução

A produção de materiais didáticos constitui uma prática recorrente entre professores, com o propósito de apoiar os processos de ensino e de aprendizagem. Entre esses materiais, alguns podem ser caracterizados como Objetos de Aprendizagem (OA), entendidos como recursos desenvolvidos para favorecer a aprendizagem (Tarouco et al., 2003). Embora Tarouco et al. (2014) adotem uma concepção ampla, admitindo recursos digitais e não digitais, Wiley (2000) restringe esse conceito aos recursos digitais, denominados Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), os quais podem ser reutilizados em diferentes contextos educativos.

No contexto da Educação Escolar Indígena, essa realidade não é diferente. A crescente inserção das Tecnologias Digitais (TD) nas comunidades e nas escolas

indígenas tem ampliado as possibilidades de produção de ODA em diferentes formatos, como aplicativos, vídeos, jogos, animações e páginas na internet.

Nas escolas indígenas, tem se intensificado tanto a produção quanto o uso de ODA voltados às especificidades culturais, linguísticas e pedagógicas dos povos originários. Exemplos dessa tendência são apresentados nos trabalhos de Monteiro e Vasquez (2019) e Boscarioli et al. (2017), que descrevem o uso de jogos digitais e *softwares* matemáticos em contextos de Educação Escolar Indígena. Esses estudos evidenciam que os ODA constituem importantes recursos para apoiar os processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, favorecendo a construção de conhecimentos matemáticos e aproximando as práticas pedagógicas das realidades socioculturais das comunidades indígenas.

Na Escola Estadual Indígena Hadori, localizada na comunidade Krehawã, do povo *Iny/Karajá*, lócus deste estudo, são ofertadas todas as etapas da Educação Básica em classes multisseriadas. Em atendimento aos princípios da Educação Escolar Indígena, a língua portuguesa é introduzida no currículo apenas a partir do 5º ano do Ensino Fundamental. Até esse momento, o ensino ocorre na língua *Inyrybê*, língua materna dos *Iny/Karajá*, cujo significado, em português, é “língua nossa”, articulada aos conhecimentos tradicionais da comunidade. Ainda assim, alguns elementos da língua e da cultura deixam de ser transmitidos às novas gerações, seja pelo desinteresse de parte dos jovens em aprendê-los, pela crescente influência da sociedade não indígena ou pela perda de conhecimentos decorrente do falecimento dos anciões antes que esses saberes sejam compartilhados. Essa realidade é preocupante, pois, conforme destaca a Unesco (2003, p. 2), “[...] a extinção de uma língua significa a perda irrecuperável de saberes únicos, culturais, históricos e ecológicos”.

Entre os conhecimentos que também se encontravam em processo de enfraquecimento estava o sistema tradicional de numeração na língua *Inyrybê*. Durante minha atuação como professor de Matemática nessa escola, observei que os estudantes, assim como grande parte dos membros da comunidade Krehawã, demonstravam pouco conhecimento sobre o sistema tradicional de numeração de seu povo, preservado, sobretudo, entre alguns anciões. Dessa constatação surgiu o seguinte problema de pesquisa: como as tecnologias digitais poderiam contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem do sistema tradicional de numeração histórico-cultural do povo *Iny/Karajá*, favorecendo sua valorização e revitalização?

Com base nas iniciativas relatadas por Monteiro e Vasquez (2019) e Boscarioli et al. (2017), foi idealizado e desenvolvido um ODA, na forma de um aplicativo para dispositivos móveis nomeado “Números *Iny*”, com o objetivo de contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem do sistema tradicional de numeração *Iny* junto aos estudantes da Escola Estadual Indígena Hadori. A escolha por esse formato justifica-se, primeiramente, pela ampla utilização de *smartphones* entre jovens e adultos da comunidade, o que favorece o acesso, a disseminação e o uso do aplicativo tanto no ambiente escolar quanto em outros espaços da comunidade. Além disso, aplicativos permitem integrar diferentes recursos multimídia, como textos, imagens, áudios e animações (Ferreira; Piasson, 2021), potencializando a aprendizagem e favorecendo a preservação e a valorização desse conhecimento histórico-cultural.

Como procedimento metodológico para o desenvolvimento do aplicativo, adotou-se a metodologia INTERA (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis), proposta por Braga, Pimentel e Dotta (2015). Para a produção dos dados incorporados ao objeto digital, foram utilizadas técnicas de pesquisa bibliográfica e de pesquisa de campo, conforme os pressupostos da pesquisa qualitativa apresentados por Severino (2017).

Neste artigo, apresentam-se e discutem-se as etapas de desenvolvimento do aplicativo, desde o planejamento até sua implementação, bem como os resultados obtidos durante o teste de uso pedagógico realizado com estudantes da Escola Estadual Indígena Hadori. Além disso, são apresentados os resultados da pesquisa de campo sobre o sistema tradicional de numeração povo *Iny/Karajá*, por se compreender que esses registros constituem uma importante contribuição para sua valorização, revitalização e preservação. Ao articular tecnologias digitais, Educação Matemática e conhecimentos matemáticos tradicionais indígenas na produção de um objeto digital de aprendizagem, o estudo busca evidenciar o potencial desses recursos como estratégia de fortalecimento da Educação Escolar Indígena e de preservação do patrimônio histórico-cultural do povo *Iny/Karajá*.

Sistema de numeração do povo *Iny/Karajá*

Dentre os conhecimentos produzidos pela humanidade e que mobilizamos em nosso dia a dia, a Matemática ocupa papel fundamental na organização da vida em sociedade, pois possibilita quantificar, comparar, medir, localizar e estabelecer

relações necessárias à compreensão e à transformação da realidade. Essa constatação também se aplica aos povos indígenas, cujas práticas socioculturais mobilizam conhecimentos matemáticos próprios, empregados em atividades como a comparação de quantidades, a marcação do tempo, a construção de moradias, a medição de áreas de cultivo e diversas outras práticas cotidianas (Valverde; Espinoza, 2012).

Ao longo da história, diferentes grupos sociais desenvolveram formas próprias de produzir conhecimentos matemáticos para responder às necessidades de seus contextos culturais. Os diversos sistemas de numeração conhecidos constituem exemplos dessas produções, evidenciando que a Matemática assume diferentes formas de expressão conforme as especificidades de cada povo. Nesse contexto, o povo *Iny/Karajá* também desenvolveu um sistema próprio de numeração, construído para atender às demandas de seu modo de vida. Para isso, elaborou códigos orais destinados à representação de quantidades relacionadas às atividades cotidianas, como a pesca, a caça, a coleta de frutos e a produção agrícola, constituindo um conhecimento matemático historicamente produzido e transmitido entre gerações.

Tal codificação, assim como ocorreu em diferentes povos ao longo da história, baseou-se na utilização dos dedos das mãos e dos pés como referência para a representação de quantidades. Em razão dessa característica, o sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá* contempla códigos específicos para representar quantidades de até vinte unidades.

Tal codificação, assim como ocorreu em outras civilizações antigas (guardadas as particularidades), se baseou no número de dedos das mãos e dos pés e, portanto, se limitou a criar códigos específicos para representar quantidades até 20 (vinte) unidades.

O uso dos dedos como suporte para a construção de sistemas de numeração não constitui uma particularidade do povo *Iny/Karajá*. Valverde e Espinoza (2012, p. 15), ao descreverem o sistema de numeração do povo *Ulwa*, afirmam que “[...] *los ancestros de los indígenas Ulwas tenían su propio Sistema de Numeración basado en el conteo con los dedos*”. Tradução dos autores: “[...] os ancestrais dos indígenas *Ulwa* possuíam seu próprio sistema de numeração baseado na contagem com os dedos”. Entre os sistemas de numeração vigesimais historicamente conhecidos, destaca-se o sistema maia (Silva, 2014; Silva; Souza, 2024). Embora sua origem seja frequentemente associada à utilização dos vinte dedos do corpo humano como

referência para a contagem, essa relação é apresentada na literatura como uma hipótese amplamente aceita, uma vez que o sistema maia desenvolveu características próprias, como a notação posicional, o uso do zero e sua estreita vinculação aos sistemas calendárico e astronômico.

Embora diferentes povos tenham utilizado o corpo humano como referência para a construção de seus sistemas de numeração, cada um desenvolveu características próprias. O sistema maia, por exemplo, possuía símbolos específicos para representar as quantidades de 0 a 19. Conforme destaca Silva (2014, p. 4), “[...] esses 20 algarismos eram utilizados para representar números e, assim, efetuar cálculos aritméticos e pôr em evidência resultados obtidos”. Além disso, sua estrutura posicional permitia representar quantidades superiores a vinte, tornando-o um sistema numérico mais abrangente.

O sistema de numeração do povo *Iny/Karajá*, por sua vez, apresenta características distintas. Sua sequência numérica inicia-se no número um e estende-se até o número vinte, denominado *Waitue*, termo que expressa a ideia de “acabou”. Diferentemente do sistema maia, os *Iny/Karajá* não desenvolveram símbolos gráficos próprios para representar seus numerais, preservando esse conhecimento por meio da tradição oral, característica marcante de sua organização sociocultural.

A ausência de uma representação gráfica própria para os numerais do sistema de numeração *Iny/Karajá* pode estar relacionada ao fato de o processo de escrita da língua *Inyrybê* ser relativamente recente. Segundo Silva (2017), somente a partir de 1970 que políticas voltadas à educação bilíngue nas escolas indígenas brasileiras passaram a incentivar a formação de monitores indígenas para a leitura e a escrita em suas línguas maternas. Apesar desses avanços, a tradição oral continua sendo o principal meio de transmissão dos conhecimentos entre as gerações, conforme destaca Diniz (2007, p. 37):

Se for possível apontar algumas características comuns a todos os grupos indígenas, é o fato de formarem sociedades de tradição oral, ou seja, os conhecimentos sobrevivem e atravessam gerações por meio de sons, de histórias, de cantos, ensinamentos. São povos que tradicionalmente não fazem uso de qualquer tipo de registro escrito e conferem à memória e à oralidade um valor imensurável.

Nesse contexto, a inexistência de uma simbologia gráfica tradicional para representar os numerais na língua *Inyrybê* torna-se compreensível, uma vez que a

oralidade sempre constituiu o principal meio de preservação e transmissão dos conhecimentos produzidos pelo povo *Iny/Karajá*. A recente sistematização da escrita da língua materna contribui para explicar por que esses conhecimentos permaneceram, durante séculos, restritos à memória e à tradição oral dos anciões da comunidade.

Outra particularidade deste sistema de numeração, é o modo distinto da linguagem oral empregada entre homens e mulheres *Iny/karajá* para se referirem a estes números. Como destacado por Abram (2020, p. 307). “O *Karajá* é uma língua que tem diferenças morfológicas/fonológicas entre a fala de homens e mulheres”, e tal diferença também se manifesta na forma falada de alguns números deste sistema.

O sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá* foi utilizado durante séculos como parte de suas práticas socioculturais. Contudo, a intensificação do contato com a sociedade não indígena e a ampla adoção do sistema de numeração indo-arábico contribuíram para que esse conhecimento ancestral fosse gradativamente sendo menos utilizado pelas novas gerações. Como consequência, atualmente apenas alguns anciões ainda dominam plenamente a forma tradicional de enunciação dos numerais em *Inyrybè*. Esse cenário evidencia a necessidade de desenvolver ações voltadas à documentação, valorização e revitalização desse patrimônio matemático-cultural, contribuindo para sua preservação e transmissão às futuras gerações.

Objetos digitais de aprendizagem no contexto escolar

O uso TD nos processos de ensino e de aprendizagem tem se expandido significativamente nas últimas décadas, impulsionado tanto pela crescente inserção desses recursos no cotidiano da sociedade quanto pelas contribuições que oferecem às práticas educativas. Segundo Neto, Marcomini e Bueno (2019, p. 4), “[...] o ensino aliado com a tecnologia possibilita muitas articulações com a aprendizagem, pois esta está inserida no contexto de cada aluno”, evidenciando o potencial das TD para tornar os processos educativos mais contextualizados e significativos.

Diversos estudos têm evidenciado as contribuições das TD para a educação. Monteiro e Vasquez (2019) destacam que esses recursos favorecem os processos de ensino e de aprendizagem; Pereira, Ferreira e Piasson (2021) ressaltam seu potencial para estimular a motivação, a criatividade e o trabalho colaborativo; enquanto Rocha

e Farias (2020) evidenciam o desenvolvimento da autonomia e do protagonismo dos estudantes. Essas potencialidades também são discutidas por Valente (2005), Bonilla e Pretto (2015) e Borba e Oechsler (2018), que defendem a integração das TD como estratégia para promover práticas pedagógicas mais interativas, participativas e contextualizadas.

Entre os recursos educacionais digitais utilizados nesse contexto, destacam-se os OA (Valentini; Bisol, 2018). Conforme Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003), um OA consiste em “qualquer recurso, suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem”. Em uma perspectiva mais restritiva, Wiley (2000, p. 23) define os Objetos de Aprendizagem como “[...] *any digital resource that can be reused to support learning*”. Tradução dos autores: “[...] qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem”. Assim, quando se pretende enfatizar sua natureza digital, adota-se a terminologia Objeto Digital de Aprendizagem (ODA) (Barboza; Gracindo; Fireman, 2010).

Um ODA pode assumir diferentes formatos e tamanhos. Pode ser do tipo texto digital, site, animação, imagem, vídeo, jogo, simulação, *softwares*, entre outros (Barboza; Gracindo; Fireman, 2010; Braga, 2014). Esses recursos estão amplamente disseminados na internet e fazem parte do cotidiano dos estudantes, favorecendo o acesso ao conhecimento e ampliando as possibilidades de aprendizagem quando concebidos com intencionalidade pedagógica (Neto; Marcomini; Bueno, 2019).

Entre as potencialidades dos ODA destaca-se a possibilidade de personalização da aprendizagem. Segundo Santos (2013), cada estudante apresenta características e formas particulares de aprender, que nem sempre são contempladas por um único modelo de ensino. Além disso, fatores socioculturais também influenciam a maneira como os estudantes se relacionam com o conhecimento. Nesse contexto, os ODA oferecem maior flexibilidade aos processos de ensino e de aprendizagem, permitindo que cada estudante avance em seu próprio ritmo e interaja com os conteúdos de acordo com suas necessidades, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Outra contribuição relevante dos ODA refere-se à promoção da interatividade e do engajamento dos estudantes. Recursos como simulações, jogos educacionais e atividades interativas tornam a aprendizagem mais dinâmica e atrativa, estimulando a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento. Segundo Grossi e Leal (2020), a interação direta com esses recursos favorece a compreensão de conceitos

complexos e transforma o ambiente de aprendizagem em uma experiência mais imersiva, motivadora e significativa.

Ademais, a integração dos ODA ao contexto escolar está em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere ao desenvolvimento da competência geral da Cultura Digital (Brasil, 2018). Nessa perspectiva, o uso de ODA não apenas enriquece as experiências de aprendizagem, como também favorece o desenvolvimento de competências digitais essenciais para a atuação crítica, ética e participativa dos estudantes na sociedade contemporânea.

Contudo, Valentini e Bisol (2018) ressaltam que o potencial pedagógico dos Objetos Digitais de Aprendizagem não se concretiza apenas com sua disponibilização. Segundo os autores, é indispensável que os professores compreendam as possibilidades educacionais desses recursos, bem como a natureza de seu processo de produção, desenvolvendo conhecimentos que lhes permitam selecionar, adaptar e produzir materiais digitais coerentes com os objetivos pedagógicos e as necessidades dos estudantes.

Na perspectiva de Valentini e Bisol (2018), o potencial dos ODA vai além da utilização de recursos disponíveis em repositórios digitais. Os autores defendem que o professor também deve assumir o papel de produtor de materiais digitais, uma vez que sua proximidade com os estudantes e com o contexto educacional lhe permite desenvolver ODA mais adequados às necessidades, às características e aos objetivos de aprendizagem de seu público.

Outra perspectiva relacionada ao uso de ODA, alinhada aos pressupostos da Cultura *Maker* (Beatriz; Carvalho; Bley, 2018; Raabe; Gomes, 2018), propõe o envolvimento dos próprios estudantes na produção desses recursos. Segundo Raabe e Gomes (2018), essa abordagem favorece o desenvolvimento da criatividade, do protagonismo e da autonomia dos estudantes, além de ampliar seu interesse e engajamento com os conteúdos trabalhados. Assim, os ODA deixam de ser apenas instrumentos de apoio à aprendizagem e passam a constituir também produtos de processos de construção colaborativa do conhecimento.

Objetos digitais de aprendizagem em contexto escolar indígena: a Matemática em destaque

Segundo De Jesus, Alonso e Maciel (2014, p. 9), o alcance dos recursos digitais, em especial de informação e comunicação, “[...] extravasou os limites geográficos, sociais e culturais”, e o uso destes abrange o cotidiano de diferentes grupos sociais. Entre as regiões alcançadas estão as comunidades de povos originários, como revela a pesquisadora e professora indígena Wakedi da Mata Brito, quando afirma que “[...] os mais novos agora estão comunicando através de celulares digitais, *Facebook*, *WhatsApp* e *e-mails*” (Brito, 2017, p. 100).

Costa (2010) também reforça esta tese de que as comunidades indígenas estão incluindo as tecnologias digitais nas atividades do cotidiano e nas relações sociais, principalmente entre as mais próximas dos centros urbanos.

Por mais distintas que sejam as culturas dos diferentes grupos sociais (indígenas ou não), a utilização de recursos digitais tem se tornado um ponto em comum entre elas. A linguagem digital vem se tornando universal e seu domínio é cada vez mais necessário para a realização das atividades do dia a dia e para que ocorram interações entre os diferentes grupos socioculturais.

Tal necessidade é perceptível e vem promovendo o desenvolvimento de políticas educacionais em muitos países, as quais visam estabelecer o desenvolvimento da cultura digital entre as crianças e jovens em suas redes de ensino. No Brasil, a BNCC, documento que versa sobre as políticas educacionais do país, estabelece a cultura digital como uma das dez competências gerais a serem desenvolvidas no âmbito escolar, inclusive em escolas indígenas (BRASIL, 2018).

Boscarioli et al., (2017, p. 02) defendem que “Escolas com realidades específicas como as indígenas também devem inserir a tecnologia em suas práticas pedagógicas”, desde que a inserção respeite a vontade da comunidade. Silva et al. (2018) corroboram com esta tese e ressaltam que as tecnologias digitais podem ser usadas como meio de fortalecimento e revitalização da história e cultura. Já Cosmos e Santos (2020) destacam o poder das TD em contribuir com o aprendizado, e um exemplo disso pode ser o uso de redes sociais como possível recurso para o ensino e aprendizagem da língua materna, como destaca Costa (2016).

Contudo, a efetiva utilização de recursos digitais no contexto da Educação Escolar Indígena, parece ter ainda um longo caminho a trilhar e muitas barreiras a

derrubar, como a falta de infraestrutura tecnológica adequada e a capacitação dos professores para desenvolvimento e utilização de tecnologias digitais educacionais Oliveira (2008). Segundo Kaminski et al. (2019, p. 6), “[...] ações com recursos tecnológicos ainda são muito limitadas e raras”, em escolas indígenas.

Mesmo assim, dentro deste contexto de desafios e potencialidades, é preciso avançar com os processos de inserção e uso das tecnologias digitais no âmbito das escolas indígenas, principalmente para contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem de áreas do conhecimento apontadas como de difícil entendimento, como a Matemática, conforme defendem Monteiro e Vasquez (2019, p. 03): “[...] o uso das tecnologias pelos professores indígenas também deve ocorrer no ensino de Matemática”.

Em se tratando do uso de tecnologias digitais em processos de ensino e aprendizagem dessa área do conhecimento, é fundamental ressaltar o papel dos ODA. Para Tarouco et al. (2014, p. 13), eles se apresentam “[...] como uma vantajosa ferramenta de aprendizagem e instrução [...] que pode ser utilizada para o ensino de diversos conteúdos”. Em específico, para o ensino da Matemática, tais recursos podem trazer muitas contribuições, como mostram os trabalhos de Oenning (2021) e Borges, Fagundes e Piasson (2022).

Oenning (2021), em particular, que realizou uma revisão das dissertações brasileiras publicadas no Catálogo de Teses e Dissertações (CTD) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), sobre uso de ODA para o ensino de Matemática no Ensino médio, entre os anos de 2010 e 2020, evidencia que os ODA são capazes de proporcionar motivação, visualização dos objetos matemáticos, interatividade, facilidade, criatividade e *feedbacks* imediatos.

Na Educação Escolar Indígena, as tecnologias digitais educacionais ainda podem contribuir para valorização e revitalização de elementos culturais, sendo a Matemática um desses elementos. Segundo D’Ambrosio (1990), a Matemática tem raízes profundas em nossos sistemas culturais, então manter vivos os saberes matemáticos são de suma importância para a identidade de qualquer povo.

Assim, os ODA se apresentam como um valioso recurso para utilização em processos de ensino e de aprendizagem no contexto escolar indígena. Decorre desta percepção o trabalho que é apresentado neste artigo.

Procedimento metodológicos

Para o desenvolvimento do ODA, adotou-se a metodologia INTERA (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis), proposta por Braga (2014). Trata-se de uma metodologia iterativa que, segundo a autora, caracteriza-se pelo movimento contínuo de revisão e aperfeiçoamento ao longo de suas etapas, permitindo o constante refinamento do produto desenvolvido (Braga, 2014).

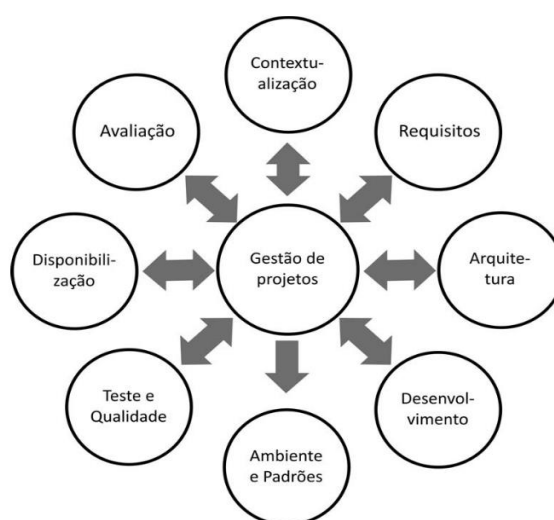
A metodologia INTERA organiza o processo de desenvolvimento em quatro componentes interdependentes: fases, papéis, artefatos e etapas (Braga, 2014). As etapas correspondem ao conjunto de atividades necessárias para a produção do ODA; as fases agrupam essas atividades conforme o momento do desenvolvimento; os papéis definem as responsabilidades dos participantes envolvidos no processo; e os artefatos consistem nos produtos gerados ao longo de cada etapa (Braga, 2014). No presente estudo, esses componentes foram articulados de forma integrada. As etapas da INTERA orientaram desde a contextualização do problema até a avaliação pedagógica do aplicativo; os papéis foram assumidos pelos pesquisadores, professores de língua materna, anciões da comunidade e estudantes participantes; os principais artefatos produzidos compreenderam o levantamento do sistema tradicional de numeração *l'ny*, os roteiros de interface, os arquivos de áudio, as telas do aplicativo e o próprio ODA desenvolvido; enquanto as fases organizaram o desenvolvimento do trabalho em um processo contínuo de planejamento, implementação, testes e aperfeiçoamento.

A Figura 1 apresenta a estrutura geral da metodologia INTERA. Observa-se que a gestão do projeto ocupa posição central, articulando continuamente as diferentes etapas do processo de desenvolvimento do ODA. As setas bidirecionais evidenciam o caráter iterativo da metodologia, permitindo que decisões tomadas em uma etapa sejam revisitadas e aperfeiçoadas à medida que novas necessidades pedagógicas, técnicas ou de conteúdo sejam identificadas ao longo do desenvolvimento.

No presente estudo, as etapas propostas pela INTERA foram percorridas de maneira integrada e não necessariamente linear. O processo teve início com a contextualização do problema e a definição dos objetivos pedagógicos do ODA, seguidas pelo levantamento dos requisitos pedagógicos e técnicos necessários à

construção do aplicativo. Posteriormente, foram realizadas as etapas de arquitetura e desenvolvimento, nas quais se definiram a organização das interfaces, os recursos multimídia e a implementação do aplicativo no ambiente *MIT App Inventor*. As etapas de teste e qualidade envolveram a validação técnica do funcionamento do aplicativo e a avaliação pedagógica junto aos estudantes e professores da comunidade indígena. Por fim, o ODA foi disponibilizado para uso na escola e na comunidade, sendo sua utilização acompanhada por um processo de avaliação, que subsidiou reflexões sobre seu potencial para a valorização e a revitalização do sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*.

Figura 1: Esquema de relacionamento entre as etapas da metodologia INTERA.



Fonte: Extraído de Braga, Pimentel e Dotta (2015, p. 32).

Embora a metodologia INTERA contemple também a etapa denominada Ambiente e Padrões, voltada à definição de aspectos técnicos de desenvolvimento, padronização e interoperabilidade dos objetos digitais Braga, Pimentel e Dotta (2015), essa etapa assumiu menor protagonismo nesta pesquisa, uma vez que o foco esteve centrado na produção do conteúdo pedagógico, na implementação do aplicativo e na avaliação de seu potencial educativo e cultural. Por essa razão, as discussões apresentadas nas seções seguintes concentram-se nas etapas que contribuíram diretamente para o desenvolvimento e a validação do ODA proposto.

Para a implementação do ODA foi utilizado o MIT App Inventor, ambiente gratuito de desenvolvimento de aplicativos criado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT, 2021). Baseado em linguagem de programação visual por blocos,

esse ambiente assemelha-se a um sistema de encaixe de peças, semelhante a um quebra-cabeça (Santos, 2018), o que simplifica o desenvolvimento de aplicações mesmo por usuários com pouca experiência em programação. Além de funcionar nos modos *on-line* e *off-line*, o MIT App Inventor apresenta interface intuitiva e disponibiliza recursos suficientes para o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis, características que justificaram sua escolha como plataforma para a implementação do ODA proposto.

A produção do conteúdo pedagógico incorporado ao aplicativo fundamentou-se em pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, desenvolvidas sob a abordagem qualitativa (Severino, 2017). A etapa de campo compreendeu a realização de vinte e duas entrevistas com anciões da comunidade, reconhecidos como os principais detentores do conhecimento sobre a oralidade do sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*. Também participaram dessa etapa professores da Escola Estadual Indígena Hadori, especialistas na língua *Inyrybê*, responsáveis pela transcrição, sistematização e validação das formas escritas dos numerais. Essas atividades corresponderam, no âmbito da metodologia INTERA, ao levantamento dos requisitos de conteúdo necessários para a construção do ODA, tendo como principal objetivo produzir informações confiáveis sobre a forma falada e escrita dos numerais a serem incorporadas ao aplicativo.

Todos os anciões participantes pertencem à Comunidade Krehawã, do povo *Iny/Karajá*, localizada no território indígena São Domingos, no município de Luciara-MT, na divisa com o estado de Tocantins, distante 1.169,7 km da capital Cuiabá. Essa comunidade constituiu o lócus da pesquisa, enquanto os estudantes da Escola Estadual Indígena Hadori representaram o público-alvo do ODA desenvolvido e das atividades de avaliação pedagógica realizadas durante o estudo.

Resultados e Discussões

Nesta seção são apresentadas e discutidas as principais etapas do desenvolvimento do ODA, organizadas conforme a metodologia INTERA, desde a contextualização do problema até a avaliação pedagógica do aplicativo. Também são discutidos os resultados da pesquisa de campo e as contribuições observadas durante a experimentação do ODA com estudantes da Escola Estadual Indígena Hadori,

evidenciando seu potencial para a valorização e a revitalização do sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*.

Como apresentado na introdução deste trabalho, o desenvolvimento do ODA surgiu das inquietações do primeiro autor enquanto professor de Matemática na Escola Estadual Indígena Hadori, localizada na comunidade Krehawã, do povo *Iny/Karajá*. A vivência cotidiana em sala de aula evidenciou que a maioria dos estudantes demonstrava pouco conhecimento acerca do sistema tradicional de numeração de seu povo, conhecimento que permanecia preservado principalmente entre alguns anciões da comunidade. Soma-se a esse cenário a escassez de registros escritos sobre esse patrimônio matemático-cultural, o que motivou o desenvolvimento de um ODA, na forma de aplicativo para dispositivos móveis, voltado ao registro, à aprendizagem e à revitalização da escrita e da oralidade dos numerais na língua *Inyrybè*.

O aplicativo foi desenvolvido com ênfase na forma oral dos numerais, considerando que, conforme destaca Diniz (2007), a tradição oral constitui o principal meio de preservação e transmissão dos conhecimentos entre os povos indígenas brasileiros. Assim, a incorporação de recursos de áudio mostrou-se indispensável para registrar e disponibilizar a pronúncia dos numerais na língua *Inyrybè*.

Complementarmente, buscou-se registrar a forma escrita dos numerais em *Inyrybè*, contribuindo para sua documentação e fortalecimento. Para isso, a pesquisa de campo e o trabalho de transcrição, sistematização e validação realizados pelos professores especialistas em língua materna da comunidade foram fundamentais para garantir a confiabilidade das informações incorporadas ao ODA.

Etapas do desenvolvimento do ODA

Conforme descrito na seção metodológica, o desenvolvimento do ODA (aplicativo) foi organizado segundo as etapas da metodologia INTERA. Nas subseções seguintes são apresentados os principais resultados obtidos em cada uma dessas etapas, evidenciando sua contribuição para o desenvolvimento e a validação do aplicativo.

Contextualização

Na etapa de contextualização, buscou-se definir o público-alvo e o contexto pedagógico de utilização do ODA, conforme orienta a metodologia INTERA (Braga; Pimentel; Dotta, 2015). Considerando as necessidades identificadas durante a pesquisa, estabeleceu-se como público-alvo os estudantes do Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano) das escolas indígenas do povo *Iny/Karajá*, em especial os alunos da Escola Estadual Indígena Hadori, localizada na comunidade Krehawã. No âmbito pedagógico, o aplicativo foi concebido para apoiar os processos de ensino e de aprendizagem do sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*, contribuindo simultaneamente para a valorização da língua *Inyrybè* e do patrimônio matemático-cultural da comunidade.

A definição desse público-alvo considerou, sobretudo, a existência de variações linguísticas entre as diferentes comunidades dos *Iny/Karajá*. Em razão dessas particularidades, o aplicativo foi desenvolvido com base nas formas oral e escrita dos numerais utilizadas na comunidade investigada, buscando atender às especificidades linguísticas e culturais de seu contexto. Embora concebido para essa realidade, o ODA poderá ser adaptado para outras comunidades do povo *Iny/Karajá* ou utilizado como referência em iniciativas voltadas ao registro e à valorização de conhecimentos matemáticos tradicionais de outros povos indígenas.

Requisitos

Na etapa de levantamento de requisitos foram definidos os requisitos pedagógicos e técnicos necessários ao desenvolvimento do ODA. Em consonância com os objetivos estabelecidos na etapa de contextualização, definiu-se como principal requisito pedagógico a disponibilização dos numerais do sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá* em suas formas escrita e oral, respeitando as especificidades linguísticas da comunidade Krehawã.

Para atender a esse requisito, realizou-se inicialmente uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de localizar registros da grafia dos numerais na língua *Inyrybè*. Entretanto, os resultados mostraram-se bastante limitados. Conforme discutido anteriormente, a sistematização da escrita dessa língua é relativamente recente, concentrando-se nas últimas décadas, o que explica a reduzida quantidade

de materiais publicados e, especialmente, de registros referentes ao sistema tradicional de numeração.

Durante esse levantamento foi localizado apenas um material, publicado na década de 1980, contendo uma proposta de grafia para os numerais em *Inyrybè*. Contudo, ao ser analisado por anciões da comunidade e por professores especialistas na língua materna da Escola Estadual Indígena Hadori, verificou-se que a escrita apresentada nesse material não correspondia à forma reconhecida e utilizada pela comunidade pesquisada.

Diante desse cenário, e considerando que o objetivo desta pesquisa não era investigar as razões dessas divergências linguísticas, mas produzir um ODA fiel à realidade da comunidade participante, optou-se pela realização de uma pesquisa de campo para levantar, registrar e validar as formas oral e escrita dos numerais tradicionalmente utilizadas pelos *Iny/Karajá* da comunidade Krehawã. Essa etapa tornou-se, portanto, um requisito indispensável para garantir a confiabilidade do conteúdo pedagógico incorporado ao aplicativo.

Para atender a esse requisito, foram realizadas vinte e duas (22) entrevistas presenciais com anciões da comunidade, reconhecidos como os principais detentores do conhecimento sobre o sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*. As entrevistas, de caráter aberto, ocorreram predominantemente nas residências dos participantes e foram conduzidas em ambiente de diálogo e respeito. A proximidade do primeiro autor com a comunidade, decorrente de sua atuação como professor da Escola Estadual Indígena Hadori, favoreceu a receptividade dos entrevistados e o estabelecimento de um clima de confiança durante a produção dos dados.

Em diversas entrevistas, outros membros da comunidade, inclusive anciões, participaram espontaneamente das discussões. Essa dinâmica revelou-se particularmente importante, pois possibilitou o confronto de diferentes lembranças e interpretações acerca dos numerais, contribuindo para a construção de consensos sobre sua forma oral e, principalmente, sobre sua representação escrita em *Inyrybè*, aspecto ainda em processo de consolidação. Todas as entrevistas foram gravadas em áudio e complementadas por registros em diário de campo. Nos casos em que os relatos ocorreram exclusivamente na língua *Inyrybè*, contou-se com a colaboração de um professor especialista em língua materna da comunidade, responsável pela tradução, transcrição e validação das informações.

A sistematização e a confrontação dos dados produzidos nas entrevistas permitiram estabelecer uma versão consensual da escrita dos numerais de 1 a 20, respeitando as especificidades linguísticas da comunidade investigada. Os Quadros 1 e 2 apresentam esse resultado, evidenciando as formas de escrita dos numerais e as variações existentes entre a linguagem utilizada por homens e mulheres *Iny/Karajá*.

Quadro 1: Escrita masculina dos números em *Inyrybè*.

Primeira Mão	Segunda Mão	Primeiro Pé	Segundo Pé
1- Sohoji	6- Debòò Sohoji Reurò-my	11- Waò Sohoji	16- Waò lyre Sohoji Reurò-my
2- Inati	7- Debòò Inati Reurò-my	12- Waò Inati	17- Waò lyre Inati Reurò-my
3- Inataõ	8- Debòò Inataõ Reurò-my	13- Waò Inataõ	18- Waò lyre Inataõ Reurò-my
4- Inaubiòwa	9-Debòò Inaubiòwa Reurò-my	14- Waò Inaubiòwa	19- Waò lyre Inaubiòwa Reurò-my
5- Iruyre	10- Debo ituè ou Debòwi-ò	15- Waa lyre	20- Waa ituè ou Wawikò

Fonte: Professores de língua materna *Inyrybè* e anciãos da comunidade (2023).

Quadro 2: Escrita feminina dos números em *Inyrybè*.

Primeira Mão	Segunda Mão	Primeiro Pé	Segundo Pé
1- Sohoji	6- Debokò Sohoji Rekurò-my	11- Wakò Sohoji	16-Wakò Ikyre Sohoji Rekurò-my
2- Inati	7- Debokò Inati Rekurò-my	12- Wakò Inatxi	17-Wakò Ikyre Inati Rekurò-my
3- Inatanõ	8-Debokò Inatanõ Rekurò-my	13- Wakò Inatanõ	18-Wakò Ikyre Inatanõ Rekurò-my
4- Inakubikòwa	9-Debokò Inakubikòwa Rekurò-my	14-Wakò Inakubikòwa	19-Wakò Ikyre Inakubikòwa Rekurò-my
5- Irukyre	10- Debo ituè	15- Waa Ikyre	20-Waa ituè ou Wawikò

Fonte: Professores de língua materna *Inyrybè* e anciãos da comunidade (2023).

Embora os numerais estejam organizados nos Quadros 1 e 2 segundo a sequência primeira mão, segunda mão, primeiro pé e segundo pé, os anciões entrevistados relataram que não existe uma ordem rigidamente estabelecida para o início da contagem. Segundo eles, a escolha da mão ou do dedo utilizado como ponto de partida depende da preferência de quem realiza a contagem, não havendo uma prescrição cultural quanto ao seu início. Logo, a organização apresentada nos quadros possui um caráter meramente didático, adotada apenas para sistematizar a apresentação do sistema tradicional de numeração.

Os Quadros 1 e 2 também evidenciam diferenças morfológicas entre as formas masculina e feminina da língua *Inyrybè*. O numeral quatro, por exemplo, é grafado como *Inaubiòwa* na linguagem masculina e *Inakubikòwa* na linguagem feminina, diferença decorrente da presença do fonema representado pela letra k, cuja realização ocorre na fala das mulheres e, em determinadas palavras, é suprimida na fala dos homens. Conforme discutido anteriormente, essas distinções morfológicas e

fonológicas constituem uma característica própria da língua *Inyrybè* e também se manifestam no sistema tradicional de numeração.

Essas especificidades linguísticas influenciaram diretamente o desenvolvimento do ODA. Para representar fielmente o sistema de numeração do povo *Iny/Karajá*, o aplicativo passou a incorporar, de forma independente, as versões masculina e feminina da escrita e da pronúncia dos numerais. Além desse requisito pedagógico, foram definidos como requisitos técnicos a reprodução de arquivos de áudio, a exibição de informações textuais, a adoção de uma interface simples e intuitiva e o funcionamento em dispositivos móveis.

A pesquisa de campo também revelou informações relevantes sobre o sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*. Entre elas, destaca-se uma interpretação apresentada pelos anciões da comunidade acerca do fato de o sistema limitar-se ao numeral vinte, expresso na língua *Inyrybè* pelo termo *Waitue*, cujo significado é “acabou”. Segundo os entrevistados, essa característica estaria relacionada ao modo de vida de seus antepassados, anterior ao contato mais intenso com a sociedade não indígena.

De acordo com os relatos, as famílias viviam reunidas em uma única habitação, composta, em média, por dezesseis a vinte pessoas, tendo a subsistência como principal preocupação cotidiana. Assim, quando os homens saíam para pescar ou caçar, a quantidade de alimento obtida era estimada em função do número de integrantes da família. Um dos exemplos apresentados pelos anciões refere-se à pesca: em uma família com dezesseis pessoas, dezessete peixes poderiam ser suficientes para alimentá-la, mas ainda não representariam uma quantidade considerada segura para que todos comessem à vontade. Em contrapartida, quando a quantidade ultrapassava vinte peixes, entendia-se que havia alimento em abundância para toda a família, deixando de existir a necessidade prática de contabilizar exatamente quantos peixes haviam sido obtidos.

Essa interpretação, construída a partir da memória dos anciões entrevistados, oferece uma possível explicação para o fato de o sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá* limitar-se a vinte numerais. Os dados produzidos nesta pesquisa não negam a utilização dos dedos das mãos e dos pés como referência para a representação das quantidades, mas sugerem que o limite de vinte pode também estar relacionado às necessidades práticas da organização social e econômica vivenciada pela comunidade naquele contexto histórico. Assim, a configuração do

sistema parece resultar da articulação entre uma referência corporal para a contagem e fatores culturais associados às formas de subsistência e ao modo de vida do povo *Iny/Karajá*.

Outra informação revelada pela pesquisa de campo refere-se às tentativas de ampliação do sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*. Com o aumento das interações com a sociedade não indígena e a incorporação de novos elementos culturais, surgiram situações cotidianas que passaram a exigir a representação de quantidades superiores a vinte, evidenciando limitações do sistema tradicional para atender a essas novas demandas.

Segundo Karajá (2018), uma das primeiras iniciativas ocorreu em 1988, durante um curso de formação continuada para professores indígenas promovido pelo Setor de Linguística do Museu do Índio, vinculado à Fundação Nacional do Índio (FUNAI), realizado na comunidade indígena Santa Isabel do Morro. Esse episódio também foi mencionado por um dos anciões entrevistados, conferindo maior consistência histórica às informações produzidas nesta pesquisa. De acordo com essas fontes, foi proposta a criação de novos numerais a partir de múltiplos de vinte, acompanhados de suas correspondentes traduções para a língua portuguesa.

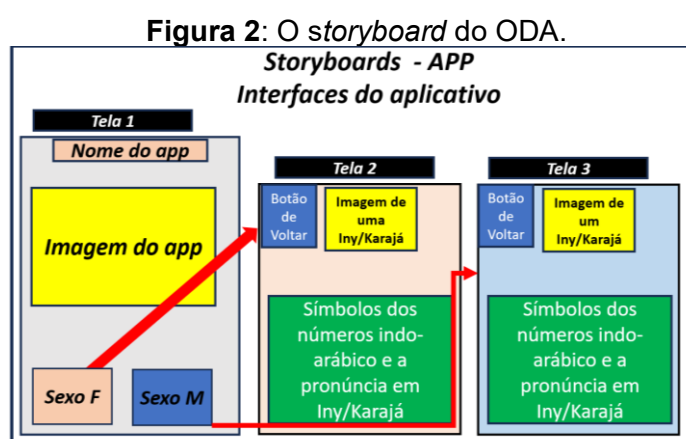
A proposta fundamentava-se em uma lógica corporal semelhante à que estrutura o próprio sistema tradicional de numeração. Considerando que uma pessoa possui vinte dedos, duas pessoas possuem quarenta, três pessoas sessenta e assim sucessivamente. Com base nesse raciocínio, propôs-se o emprego do termo *Iny Umawa* ("corpo inteiro") para formar múltiplos de vinte. Dessa forma, *Inati Umawa* ("corpo de duas pessoas") passaria a representar o número quarenta, estabelecendo uma ampliação do sistema sem romper com sua lógica cultural. Entretanto, segundo os relatos obtidos, essa proposta não foi incorporada pela comunidade, permanecendo apenas na memória daqueles que participaram desse processo.

Os entrevistados também relataram uma nova tentativa de ampliação do sistema de numeração durante a Conferência dos Povos Iny, realizada em 2018, na comunidade Krehawã, locus desta pesquisa. Assim como a iniciativa anterior, essa proposta encontrou resistência entre os anciões e não chegou a ser adotada pela comunidade, evidenciando que alterações em um sistema de numeração tradicional envolvem não apenas questões linguísticas, mas também aspectos culturais, identitários e de legitimidade social.

Ao final da etapa de levantamento de requisitos, foram produzidos os principais artefatos necessários ao desenvolvimento do ODA: a grafia consensual dos numerais de 1 a 20 na língua *Inyrybè*, contemplando as variações morfológicas entre as formas masculina e feminina, e os respectivos registros em áudio da pronúncia desses numerais. Para a produção desse material sonoro, contou-se com a colaboração do cacique da comunidade e de uma professora da comunidade especialista em língua *Inyrybè*, garantindo a autenticidade linguística do conteúdo incorporado ao aplicativo.

Arquitetura

Na etapa de arquitetura foi definida a estrutura do aplicativo, buscando atender aos requisitos pedagógicos e técnicos estabelecidos na etapa anterior. Conforme Braga, Pimentel e Dotta (2015), é nessa fase que são planejadas a organização das interfaces, a navegação entre as telas e as tecnologias que serão empregadas no desenvolvimento do aplicativo. Para isso, elaborou-se um storyboard (Figura 2), recurso utilizado para representar graficamente a estrutura do ODA antes de sua implementação, permitindo visualizar a disposição dos elementos em cada tela, os fluxos de navegação e as interações previstas para o usuário (Amaral; Oliveira; Bartholo, 2010).



Fonte: os autores, 2024.

Conforme ilustrado na Figura 2, o aplicativo foi estruturado em três interfaces principais. A primeira corresponde à tela inicial, responsável por apresentar o aplicativo e permitir ao usuário selecionar a versão masculina ou feminina da língua

Inyrybè. Essa escolha constitui um requisito pedagógico essencial do ODA, uma vez que, conforme evidenciado na pesquisa de campo, existem diferenças morfológicas e fonológicas entre a fala de homens e mulheres do povo *Iny/Karajá*. As telas secundárias são acessadas a partir dessa seleção e apresentam a mesma estrutura de navegação, diferenciando-se apenas pelo conjunto de informações correspondente à variante linguística escolhida.

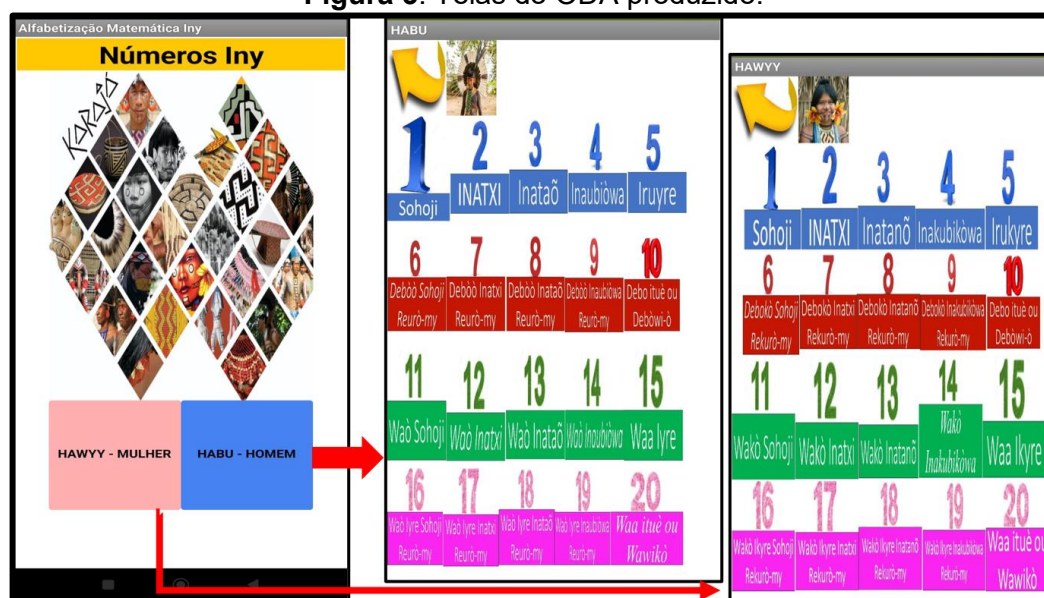
Ainda na etapa de arquitetura, definiu-se o *MIT App Inventor* como plataforma para o desenvolvimento do ODA. Essa escolha fundamentou-se não apenas na compatibilidade entre os recursos disponibilizados pelo ambiente e os requisitos pedagógicos e técnicos definidos para o aplicativo, mas também na simplicidade de sua linguagem de programação visual por blocos, que favorece o desenvolvimento e a manutenção de aplicações educacionais. Além disso, o *MIT App Inventor* possibilita a geração de aplicativos compatíveis com os principais sistemas operacionais para dispositivos móveis, como Android e iOS (*iPhone Operating System*) (Lima et al., 2023), ampliando o potencial de acesso e utilização do ODA por diferentes usuários da comunidade.

Desenvolvimento

Na etapa de desenvolvimento, o planejamento elaborado nas fases anteriores foi implementado digitalmente, resultando na construção do ODA (Braga; Pimentel; Dotta, 2015). Utilizando o ambiente *MIT App Inventor*, foram desenvolvidas a interface principal e as duas interfaces secundárias previstas no storyboard, denominadas *Habu* (homem) e *Hawyy* (mulher), conforme ilustrado na Figura 3.

Nas interfaces *Habu* e *Hawyy* foram incorporados os principais artefatos produzidos na etapa de levantamento de requisitos, incluindo a grafia dos numerais em *Inyrybè*, seus respectivos registros em áudio e a correspondência com a numeração indo-arábica. Essa organização permite ao usuário visualizar simultaneamente a representação convencional dos números e sua forma tradicional na língua *Inyrybè*, além de ouvir sua pronúncia, favorecendo a aprendizagem e contribuindo para o registro e a valorização desse conhecimento histórico-cultural. Para compor a identidade visual do aplicativo, também foram utilizadas imagens representativas da cultura *Iny/Karajá*, obtidas em repositórios com licença *Creative Commons*.

Figura 3: Telas do ODA produzido.



Fonte: os autores, 2024.

O processo de implementação mostrou-se compatível com as necessidades do projeto. A linguagem de programação visual baseada em blocos, associada à interface intuitiva do *MIT App Inventor* e à ampla disponibilidade de materiais de apoio, favoreceu o desenvolvimento do aplicativo, permitindo concentrar esforços na organização pedagógica do conteúdo e na incorporação dos recursos multimídia planejados.

Ao final dessa etapa, o aplicativo encontrava-se funcionalmente concluído. Entretanto, antes de sua disponibilização à comunidade escolar, tornou-se necessária a realização das etapas de testes e avaliação, com o objetivo de verificar tanto seu funcionamento técnico quanto seu potencial pedagógico no contexto para o qual foi desenvolvido.

Testes e qualidade

Concluída a implementação do aplicativo, iniciou-se a etapa de testes e qualidade, com o objetivo de verificar tanto seu funcionamento técnico quanto a adequação pedagógica e linguística do conteúdo incorporado ao ODA. Inicialmente, o aplicativo foi utilizado por estudantes da Escola Estadual Indígena Hadori, que testaram suas funcionalidades, incluindo a navegação entre as telas, a reprodução dos áudios e a exibição dos textos, permitindo identificar possíveis falhas de funcionamento.

Na sequência, o aplicativo foi submetido à avaliação de professores especialistas na língua *Inyrybè* da própria comunidade, responsáveis por verificar a fidelidade da grafia dos numerais e a qualidade da pronúncia registrada nos arquivos de áudio. Essa etapa foi fundamental para assegurar que o conteúdo disponibilizado no ODA representasse, com fidelidade, as formas oral e escrita reconhecidas pela comunidade, evitando que eventuais inconsistências fossem disseminadas por meio do aplicativo.

Os testes realizados não identificaram problemas de funcionamento, nem inconsistências na grafia ou na pronúncia dos numerais em *Inyrybè*. As contribuições dos participantes concentraram-se em sugestões de aprimoramento da interface e na incorporação de novas funcionalidades para versões futuras do aplicativo. Com isso, considerou-se concluída a etapa de testes e qualidade, habilitando o ODA para sua disponibilização e posterior avaliação em contexto pedagógico.

Disponibilização

Concluídas as etapas de desenvolvimento, testes e validação, o ODA foi disponibilizado à comunidade. A opção pelo formato de aplicativo mostrou-se adequada também sob esse aspecto, pois possibilitou diferentes formas de distribuição do recurso, como seu armazenamento em repositórios digitais e o compartilhamento do arquivo de instalação por meio de redes sociais e aplicativos de mensagens. Nesta pesquisa, a disponibilização ocorreu inicialmente por meio de um link para download do aplicativo, compartilhado com estudantes, professores e demais membros da comunidade.

Essa estratégia favoreceu não apenas o acesso ao ODA no contexto escolar, mas também sua utilização em outros espaços da comunidade, ampliando as possibilidades de contato com o sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*. Além disso, o formato adotado facilita sua futura disseminação para outras comunidades *Iny/Karajá* e, mediante as adaptações linguísticas necessárias, pode servir de referência para iniciativas semelhantes voltadas ao registro e à valorização dos conhecimentos tradicionais de outros povos indígenas.

A disponibilização do aplicativo constituiu, portanto, um passo importante para ampliar o alcance do material produzido e criar condições para sua utilização em diferentes contextos educativos e comunitários. As percepções dos usuários sobre o

potencial pedagógico e cultural do ODA são apresentadas e discutidas na etapa de avaliação, descrita na subseção seguinte.

Durante esta fase, foi gratificante perceber que as pessoas da comunidade ficaram encantadas com o aplicativo e seu conteúdo. Muitos relataram a importância que tal iniciativa para revitalização e valorização de aspectos culturais dos *Iny/Karajás*. A digitalização da grafia e da pronúncia dos números em *Inyrybè* permite guardar/revitalizar, para as gerações futuras, elementos da cultura que poderiam se perder com o tempo.

Reflexões e avaliação pedagógica do ODA

Diferentemente do sistema de numeração indo-arábico, cuja estrutura posicional permite representar quantidades de qualquer ordem de grandeza a partir de apenas dez algarismos (Neto, 2016), o sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá* compreende vinte numerais. Associada às transformações socioculturais decorrentes do contato com a sociedade não indígena e à predominância da tradição oral como principal forma de transmissão dos conhecimentos, essa característica tem contribuído para que esse sistema seja progressivamente menos utilizado pelas novas gerações. Nesse contexto, o ODA desenvolvido nesta pesquisa extrapola sua função de recurso didático, constituindo-se também como um instrumento de registro, documentação e valorização de um importante conhecimento matemático tradicional.

Durante a experimentação do aplicativo na Escola Estadual Indígena Hadori, observou-se que os estudantes compreenderam rapidamente a organização do sistema tradicional de numeração e utilizaram, de forma autônoma, os recursos disponibilizados pelo aplicativo para apoiar sua aprendizagem. Sempre que surgiam dúvidas sobre a pronúncia dos numerais, recorriam espontaneamente aos registros em áudio, repetindo sua reprodução até conseguirem pronunciar corretamente as palavras em *Inyrybè*. Esse comportamento evidencia uma das potencialidades dos ODA apontadas por Valentini e Bisol (2018): a possibilidade de os estudantes conduzirem seu próprio percurso de aprendizagem, respeitando seus diferentes ritmos e necessidades.

Também foram observadas estratégias espontâneas para consolidar a aprendizagem da escrita dos numerais. Além de consultarem repetidamente o aplicativo, os estudantes digitavam os nomes dos números nos computadores da

escola e registravam-nos em seus cadernos, discutindo entre si a sequência das letras e a pronúncia das palavras na língua materna. Essas interações favoreceram momentos de aprendizagem colaborativa e protagonismo estudantil, aspectos igualmente destacados por Rocha e Farias (2020) e Pereira, Ferreira e Piasson (2021) como importantes contribuições das TD aos processos educativos.

Outro resultado relevante foi o interesse despertado pelo conteúdo do aplicativo para além do ambiente escolar. Diversos estudantes relataram que pretendiam conversar com seus familiares sobre os numerais em *Inyrybè* ao retornarem para suas casas, demonstrando curiosidade em ampliar seus conhecimentos e compartilhar o que haviam aprendido. Esse movimento evidencia que o ODA ultrapassou o espaço da sala de aula, favorecendo o diálogo intergeracional e aproximando os estudantes de conhecimentos preservados, principalmente, entre os anciões da comunidade.

As reações observadas durante a disponibilização do aplicativo também reforçam seu potencial como instrumento de valorização cultural. Professores, estudantes e demais membros da comunidade manifestaram satisfação ao perceberem que um conhecimento tradicional, até então restrito predominantemente à oralidade, passava a ser registrado em formato digital, preservando simultaneamente sua escrita e sua pronúncia. Embora a digitalização não substitua a tradição oral, ela amplia as possibilidades de documentação, circulação e acesso a esses conhecimentos, contribuindo para sua preservação e revitalização.

No contexto da Educação Escolar Indígena, iniciativas como esta evidenciam o potencial dos ODA para articular tecnologias digitais, Educação Matemática e valorização dos conhecimentos tradicionais. Mais do que ensinar um sistema de numeração, o ODA desenvolvido permitiu registrar, documentar e difundir um patrimônio matemático-cultural do povo *Iny/Karajá*, demonstrando que as tecnologias digitais podem assumir papel relevante na preservação das línguas indígenas e na revitalização de saberes historicamente produzidos pelas comunidades originárias.

Considerações Finais

O desenvolvimento do ODA “Números *Iny*” evidenciou o potencial das TD para apoiar simultaneamente os processos de ensino e de aprendizagem e a valorização de conhecimentos matemáticos tradicionais no contexto da Educação Escolar

Indígena. Mais do que um recurso didático voltado ao ensino dos numerais na língua *Inyrybè*, o aplicativo constituiu-se como um instrumento de registro, documentação e preservação do sistema tradicional de numeração do povo *Iny/Karajá*, contribuindo para a valorização de um importante patrimônio linguístico e cultural dessa comunidade.

A produção do conteúdo incorporado ao aplicativo exigiu um amplo trabalho de pesquisa bibliográfica e de campo, envolvendo anciões e professores especialistas na língua *Inyrybè*. Esse processo permitiu sistematizar as formas oral e escrita dos numerais tradicionalmente utilizados na comunidade investigada, conferindo autenticidade e legitimidade ao material produzido. Ao mesmo tempo, evidenciou a riqueza e a complexidade desse conhecimento, uma vez que, mesmo entre os participantes da mesma comunidade, foram identificadas variações e diferentes interpretações acerca da grafia e da pronúncia de alguns numerais.

Essas características constituem também uma limitação da presente pesquisa. Como o levantamento foi realizado em apenas uma comunidade do povo *Iny/Karajá*, os resultados não podem ser generalizados para outras aldeias, cujas variações linguísticas e culturais poderão apresentar diferenças em relação às formas registradas neste estudo. Essa constatação reforça a necessidade de novas pesquisas envolvendo outras comunidades *Iny/Karajá*, ampliando o processo de documentação e contribuindo para a construção colaborativa de registros cada vez mais representativos da diversidade existente nesse povo.

Do ponto de vista pedagógico, a experimentação do aplicativo evidenciou seu potencial para apoiar a aprendizagem da escrita e da oralidade dos numerais em *Inyrybè*. A utilização integrada de textos, imagens e áudios favoreceu a participação dos estudantes, estimulou sua autonomia durante a aprendizagem e despertou o interesse pelo conhecimento produzido por seus antepassados. Da mesma forma, a recepção positiva do aplicativo pela comunidade indica que recursos digitais podem constituir importantes estratégias para fortalecer a aproximação entre escola, cultura e memória coletiva.

Por fim, este estudo evidencia que os ODA podem assumir funções que extrapolam o ensino de conteúdos escolares. Quando desenvolvidos em diálogo com as comunidades e fundamentados em seus conhecimentos tradicionais, esses recursos tornam-se instrumentos de documentação, valorização e revitalização cultural. Nesse sentido, o aplicativo “Números *Iny*” demonstra que a articulação entre

TD, Educação Matemática e Educação Escolar Indígena pode contribuir não apenas para a aprendizagem, mas também para a preservação e a difusão de conhecimentos matemáticos historicamente produzidos pelos povos originários.

Referências

ABRAM, dos Santos, L. Pedagogia da contextualização e interculturalidade na formação de professores indígenas: entrevista com Maria do Socorro Pimentel da Silva. **Tellus**, n. 42, p. 305–322, Campo Grande/MS, 2020. Disponível em: <https://tellusucdb.emnuvens.com.br/tellus/article/view/681>.

AMARAL, Marília A.; OLIVEIRA, Kethure Aline; BARTHOLO, Viviane Fátima. Uma experiência para definição de *Storyboard* em metodologia de desenvolvimento colaborativo de objetos de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 19-32, Rio de Janeiro, 2010.

BARBOZA, H.; GRACINDO, R.; FIREMAN, E. C. Laboratório de informática, os objetos digitais de aprendizagem e a visão do professor. **Revista EDaPECI**, v. 4, p. 72–85. Alagoas, 2010.

BEATRIZ, A.; CARVALHO, G.; BLEY, D. P. Cultura Maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 26, n. 10. Pernambuco, 2018.

BONILLA, M. H.; PRETTO, N. D. L. Movimentos colaborativos, tecnologias digitais e educação. **Em Aberto**, v. 28, n. 94, p. 23–40. Brasília, 2015.

BORBA, M. D. C.; OECHSLER, V. Tecnologias na educação: o uso dos vídeos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 391–423, 5 jul. Ponta Grossa/PR, 2018.

BORGES, B. F.; FAGUNDES, M. C.; PIASSON, D. Objetos Digitais de Aprendizagem no Ensino de Sequências Numéricas: uma Revisão de Literatura no Portal de Periódicos da CAPES. **ColInspiração - Revista dos Professores que Ensinam Matemática**, p. e2022009, 10 dez. 2022.

BOSCARIOLI, Clodis et al. A experiência de alunos de uma escola indígena nos primeiros contatos com jogos digitais de Matemática. In: **Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2017. p. 185-194.

BRAGA, J. **Objetos de Aprendizagem: Introdução e Fundamentos**. Santo André: Editora UFABC, 2014.

BRAGA, Juliana Cristina; PIMENTEL, Edson Pinheiro; DOTTA, Silvia. **Objetos de Aprendizagem - Volume 2 - Metodologia de Desenvolvimento**. 1 ed. Santo André – SP: UFABC, v.2, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base - Ensino Fundamental**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2019.

BRITO, Wakedi da Mata. **A Chegada da Tecnologia na Educação do Povo Xerente**. Articulando e Construindo Saberes. Goiânia: UFG, ano 2017.

COSMO, Robson França do; SANTOS, Zélia Maria Melo de Lima. **Ensino e Aprendizagem Utilizando Tecnologias na Perspectiva Indígena**. CONEDU, Maceió-AL, 2020.

COSTA, Alda Cristina. A comunidade indígena e o mundo tecnológico: reflexões sobre os impactos das mídias sociais na vida dos Aikewára. Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação, **Anais**. Pernambuco: UFP, p. 1-14, 2010.

COSTA, Consuelo de Paiva Godinho. Tupinambá.Com. Lingu@ Nostr@, Canoas/RS: **Revista Virtual de Estudos de Gramática e Linguística do Curso de Letras da Faculdade de Tecnologia IPUC – FATIPUC**, ano 2016.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: arte ou técnica de conhecer e aprender**. São Paulo: Editora Ática, 1990.

DE JESUS, Naine Terena; ALONSO, Katia Morosov; MACIEL, Cristiano. Presença indígena no Facebook e a construção de narrativas. **Fronteiras & Debates**, v. 1, n. 2, p. 09-28, 2014.

DINIZ, Kollontai Cossich. **Notas sobre tipografias para línguas indígenas do Brasil**. Brasília, 2007.

FEREIRA, F.; PIASSON, D. Educação financeira com o Scratch: contribuições e dificuldades. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 7, p. e136121, 13 set. 2021.

GROSSI, M. G. R.; LEAL, D. C. C. C. Análise dos Objetos de Aprendizagem Utilizados em Curso Técnico de Meio Ambiente a Distância. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, p. e20032, 29 jul. 2020.

KAMINSKI, Márcia Regina et al. Tecnologias digitais para o ensino de Matemática nas escolas indígenas: importância e dificuldades. **e-Mosaicos**, v. 8, n. 17, p. 98-113, 2019.

KARAJÁ, Coraci. **Relatos**. Terra Indígena São Domingos, Aldeia Krehawã, Luciara-MT, 2018

LIMA, Gabriel dos Santos et al. **App Inventor: Lógica de Programação e Design**. Editora: Forma Educaional. Formiga/MG. 2023.

MIT. **About Us**. 2021. Disponível em: <http://appinventor.mit.edu/>. Acesso em: 02 de jan. 2024.

MONTEIRO, Jaizinho Maurício; VASQUEZ, Eliane Leal. Ensino de poliedro regular com uso do software Poly: uma experiência desenvolvida na educação escolar indígena. **ReDiPE: Revista Diálogos e Perspectivas em Educação**, v. 1, n. 1, p. 92-110, 2019.

NETO, J. C.; MARCOMINI, J. T. DA S.; BUENO, L. G. O uso das Tecnologias Digitais em contextos de ensino: Scratch, Logo e Objetos de Aprendizagem. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 12, p. e078121574, 2 set. 2019.

OENNING, W. G. **Visões e manifestações de tecnologia que permeiam objetos digitais de aprendizagem para o ensino de Matemática em dissertações brasileiras**. Dissertação de Mestrado—Barra do Bugres: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021.

OLIVEIRA, Sara. Objetos de aprendizagem: conteúdos instrucionais para o contexto informacional contemporâneo. **The ESpecialist**, v. 29, p. 22-59, 2008.

PROFESSORES, de Língua Materna Inyrybê; ANCIÃOS, da Comunidade Krehawã. Entrevistas. **Terra Indígena São Domingos**, Aldeia Krehawã, Luciara-MT, 2023

RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 26, n. 10, 2018.

ROCHA, C. J. T. DA; FARIAS, S. A. DE. Metodologias Ativas de Aprendizagem Possíveis ao Ensino de Ciências e Matemática. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 69–87, 30 abr. 2020.

SANTOS, M. E. K. L. DOS. **Parâmetros para avaliação de objetos virtuais de aprendizagem**. Universidade Cruzeiro do Sul, 2013.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo, 2007.

SILVA, M. S. P. da. As línguas indígenas na escola: da desvalorização à revitalização. **Signótica**, Goiânia, v. 18, n. 2, p. 381–395, 2007. DOI: 10.5216/sig.v18i2.2793. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/sig/article/view/2793>. Acesso em: 17 nov. 2020.

SILVA, Manoela Aleixo Z. **Civilização Maia: Matemática e Mitologia**. Juiz de Fora/MG, 2014.

SILVA, Isabela Nardi da et al. Uso de dispositivos móveis na disciplina de guarani para estudantes de uma escola multisseriada indígena. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, 2018.

SILVA, Otamir Souza da; SALES, Antonio. A Tecnologia e o Ensino da Matemática no 4º Ano do Ensino Fundamental de uma Escola Indígena. **X SESEMAT – X Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática**. 19 e 18 de agosto de 2016.

SILVA, Socorro Pimentel. **Articulando e Construindo Saberes**. Ministério da Educação, Universidade Federal do Goiás. Núcleo de Takinahaky de Formação Superior Indígena. Saberes Indígenas na Escola UFG/UFMA/UFT. Vol. 2 nº 1, 2017. Goiânia:/CEGRAF, 2017.

SILVA, João da; SOUZA, Maria. **Sistema de numeração maia**. 2024. Livro digital. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/730458>. Acesso em: 5 jul. 2026.

SANTOS, Euna Sousa Araujo. Uma proposta de oficina com alunos do ensino fundamental: desenvolvendo a ideia de cálculo de áreas de figuras planas a partir da construção de aplicativos na plataforma app inventor. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, 2018.

SILVEIRA, Milene Selbach; CARNEIRO, Mára Lúcia Fernandes; GIRAFFA, Lucia Maria Martins. Ambiência docente no uso de tecnologias digitais e seu reflexo na escolha de objetos de aprendizagem. **RENOTE**. Revista Novas Tecnologias na Educação, 2014.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M.; TAMUSIUNAS, F. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE** - Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED - UFRGS)., v.1, n.1, fev. 2003. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13628>. Acesso em: 03 jan. 2021.

TAROUCO, L. M. R. et al. **Objetos de Aprendizagem**: Teoria e Prática. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

TAROUCO, J. **Objetos de Aprendizagem**: Introdução e Fundamentos. Santo André: Editora UFABC, 2014.

UNESCO. **Education for the Twenty-First Century**. Paris: França, 2003. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114766>. Acesso em: 13 jan. 2021.

VALENTE, José Armando et al. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005.

VALENTINI, C. B.; BISOL, C. A. Método Para Concepção de Objetos de Aprendizagem Conceituais e Atitudinais. **Em Rede** - Revista de Educação a Distância, v. 5, n. 1, p. 63–72, 16 mar. 2018.

VALVERDE, M SOZA.; A. L. Espinoza, D. **Revitalización Lingüística y Cultural**. Uraccan, Nicaragua.2012.

WILEY, D. A. **Learning object design and sequencing theory**. Unpublished doctoral dissertation, Brigham Young University. 2000. Disponível em <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em: 7 ago. 2010.