

Recursos Educacionais Abertos digitais acessíveis à luz do Desenho Universal para Aprendizagem: propostas de infográficos para o ensino da Matemática

*Accessible digital Open Educational Resources in light of the Universal Design for Learning:
infographic proposals for teaching Mathematics*

Felipe Mendes Monteiro¹

Rodiney Marcelo Braga dos Santos²

RESUMO: A Educação Matemática Inclusiva se ocupa em prover uma ação pedagógica equitativa para a apropriação dos saberes matemáticos por parte de todos os estudantes. Neste estudo, destaca-se os Recursos Educacionais Abertos (REA) como artefatos didáticos e pedagógicas, que garantem seu acesso, retenção, uso, compartilhamento e modificação, porém, ao se utilizar ou compartilhar um REA na *web* é preciso considerar sua propriedade intelectual e seus incrementos de acessibilidade para que seu acesso seja de forma legal e equitativa. Para tanto, tem-se no Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) uma perspectiva que busca promover um currículo flexível que compreenda as diferenças no ambiente escolar e oportunidades igualitárias a todos. Assim, esta pesquisa teve como objetivo propor a criação de REA digitais acessíveis à luz do DUA para o ensino da Matemática. Destarte, foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório, com abordagem de pesquisa qualitativa e procedimento bibliográfico que buscou: compreender os pressupostos teóricos e metodológicos da abordagem do DUA, a partir dos seus princípios – engajamento, representação e ação/expressão; contextualizar os princípios dos REA – ser educacional, apresentar licença aberta e formato livre e suas liberdades reusar, revisar, remixar, redistribuir e reter; e apresentar os princípios da acessibilidade digital – perceptível, operável, compreensível e robusto. Como resultados, foram apresentados cinco artefatos digitais, acessíveis e autorais, cada um relacionado a uma unidade temática do componente Matemática da Base Nacional Comum Curricular – Grandezas e Medidas, Números, Álgebra, Geometria, Probabilidade e Estatística, esses dirigidos ao último ano da etapa do ensino fundamental; bem como, a aglutinação dos princípios do DUA, dos REA e da acessibilidade digital, tendo como repertório a infografia. Contudo, concluímos acerca da importância da criação de REA digitais com acessibilidade e

¹ Licenciado em Matemática e discente do curso de Especialização em Matemática (IFPB). Membro do Grupo de Pesquisas em Linguagens, Inclusão e Tecnologias (GPLIT/CNPq). ORCID Link: <https://orcid.org/0009-0009-0319-836X>. E-mail: felipe.monteiro@academico.ifpb.edu.br.

² Doutorado em Logística (UFRR). Docente do curso de Licenciatura em Matemática (IFPB) e do Programa de Mestrado Profissional em Formação de Professores (UEPB-PPGFP). Coordenador do Grupo de Pesquisas em Linguagens, Inclusão e Tecnologias (GPLIT/CNPq). ORCID Link: <https://orcid.org/0000-0001-7308-6587>. E-mail: rodiney.santos@ifpb.edu.br.

Revista Interdisciplinar

orientados pela abordagem do DUA como perspectiva para promoção da inclusão escolar, essa que deve garantir a igualdade de oportunidades e a valorização das diferenças.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Educacionais Abertos, Desenho Universal para Aprendizagem, Acessibilidade Digital, Infográficos, Ensino de Matemática.

ABSTRACT: Inclusive Mathematics Education is concerned with providing equitable pedagogical action for the appropriation of mathematical knowledge by all students. In this study, we highlight Open Educational Resources (OER) as didactic and pedagogical artifacts, which guarantee their access, retention, use, sharing and modification, however, when using or sharing an OER on the web, it is necessary to consider its intellectual property and its accessibility increments so that its access is legal and equitable. To this end, Universal Design for Learning (UDL) is a perspective that seeks to promote a flexible curriculum that understands the differences in the school environment and equal opportunities for all. Thus, the aim of this research was to propose the creation of accessible digital OER in the light of UDL for the teaching of mathematics. Thus, exploratory research was carried out, with a qualitative research approach and bibliographic procedure that sought to: understand the theoretical and methodological assumptions of the UDL approach, based on its principles – engagement, representation and action/expression; contextualize the principles of OER – being educational, presenting an open license and free format and its freedoms – reuse, review, remix, redistribute and retain; and present the principles of digital accessibility – perceivable, operable, understandable and robust. As results, 05 (five) digital, accessible and authorial artifacts were presented, each related to a thematic unit of the Mathematics component of the National Common Curricular Base – Quantities and Measures, Numbers, Algebra, Geometry, Probability and Statistics, these aimed at the latter year of primary education; as well as the agglutination of the principles of UDL, OER and digital accessibility, with infographics as its repertoire. However, we conclude about the importance of creating digital OER with accessibility and guided by the UDL approach as a perspective for promoting school inclusion, which must guarantee equal opportunities and the appreciation of differences.

KEYWORDS: Open Educational Resources, Universal Design for Learning, Digital Accessibility, Infographics, Mathematics Teaching.

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma era que, por meio da internet, temos à disposição um vasto arsenal de recursos e informações disponibilizados por outras pessoas que nos ajudam em diversas atividades, como as de estudo, ensino e pesquisa. No trabalho do professor, esse arsenal amplia o acesso a possibilidades, ajudando-os no planejamento e execução do ensino. Entretanto, deve-se ter o

Revista Interdisciplinar

cuidado na hora de utilizá-los, pois nem todos os materiais disponíveis na *web* permitem seu uso, compartilhamento e adaptação, mesmo que para fins educacionais.

Todos os textos, livros, imagens, fotografias, áudios, vídeos, animações, games, artigos de pesquisa, materiais de cursos, entre outros recursos disponíveis na rede, necessitam de autorizações explícitas dos autores para podermos usufruir dessas permissões. Dada a essa preocupação, surge a ideia de Recursos Educacionais Abertos (REA), já que esses materiais passam a ser livres de empecilhos para alunos e professores utilizá-los ou adaptá-los, assim, promovendo uma educação aberta e de qualidade.

No trabalho com recursos de ensino, é ideal também pensar em estratégias para minimizar barreiras e dar oportunidades de aprendizagem a todos os estudantes. Essas preocupações inspiram a utilização das ideias do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) e da acessibilidade digital. O DUA considera a diversidade presente em sala de aula, entendendo que os alunos se diferem em habilidades, interesses, capacidades e motivações, por isso essa abordagem sugere a flexibilização de objetivos, métodos, materiais e avaliações por meio de seus princípios e diretrizes (Sebastián-Heredero, 2020). Já a acessibilidade digital, busca resolver o problema de barreiras presentes nos diversos recursos da *web*, dando condição de alcance, percepção e entendimento para todas as pessoas sobre o material.

No cerne do ensino de Matemática, tudo isso se relaciona com a concepção de Educação Matemática Inclusiva, pois busca equalizar oportunidades de acesso aos saberes matemáticos por parte de todos os estudantes, valorizando e respeitando suas diferenças (Nogueira, 2020). Principalmente, observando que a referida disciplina tem uma reputação carregada por desafios em virtude de ser considerada bastante difícil, assim dificultando o engajamento e a aprendizagem dos estudantes (Carvalho; Oliveira; Soares, 2023).

Em face ao exposto, este trabalho busca no *locus* da Educação Matemática responder a seguinte pergunta norteadora: Como criar REA digitais acessíveis à luz do DUA? A escolha deste tema é motivada pela visão da importância da temática, pois conseguimos vislumbrar a possibilidade e relevância de ampliar essas discussões para o ensino de Matemática. Com relação à acessibilidade digital, com delimitação do tema para REA digitais e pensando em um ensino inclusivo, foi essencial o estudo e incorporação de seus princípios, vislumbrando que todos os alunos compreendam os recursos.

Revista Interdisciplinar

Desta forma, é definido como objetivo geral do trabalho propor REA digitais acessíveis com foco no DUA para um ensino de Matemática inclusivo. Como primeiro objetivo específico pretendeu-se, contextualizar sobre a abordagem do DUA, de seus princípios e suas diretrizes. O segundo visou entender as características dos REA e da acessibilidade digital, destacando sua importância e seus princípios. Na escolha de qual tipo de REA seria abordado, escolhemos a infografia digital. Assim, no terceiro, buscou-se apresentar infográficos digitais acessíveis para o ensino de Matemática. Para tanto, foi utilizada uma pesquisa de caráter exploratório, com uma abordagem de pesquisa qualitativa e procedimento bibliográfico para alcançar esses objetivos estabelecidos.

Diante dos objetivos, foram elaborados 05 (cinco) propostas de infográficos digitais direcionados para o 9º ano do Ensino Fundamental da Educação Básica, cada uma abordando uma unidade temática do componente Matemática da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), quais sejam: Grandezas e Medidas, Números, Álgebra, Geometria, Probabilidade e Estatística, os quais foram incorporaram acessibilidade e as concepções de REA e DUA.

Quanto à estrutura do artigo, segue uma contextualização acerca do DUA, seus princípios e suas diretrizes, por meio dos autores Zerbato (2018), Zerbato e Mendes (2018), Sebastián-Heredero (2020) e Sebastián-Heredero, Prais e Vitaliano (2022). Na sequência, é explorado o conceito e os aspectos importantes dos REA, indo desde licenças de uso e formatos abertos até o porquê e o como criá-los. Ademais, é apresentado a temática da acessibilidade digital, estabelecendo sua definição e concepções de como fazê-la. Posteriormente, são apresentados os 05 (cinco) REA digitais acessíveis, infográficos, e analisados como eles incorporam e associam com as 09 (nove) diretrizes do DUA. Por fim, nas considerações finais é reconhecido que os objetivos foram alcançados e entendido a importância da aglutinação entre os conceitos incorporados neste trabalho.

2. DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM

Nos dispositivos normativos e documentos orientadores da educação brasileira é garantido ou idealizado uma educação inclusiva que alcance a todos os estudantes, sendo do público elegível da Educação Especial ou não. Porém, na realidade a inclusão escolar depende mais de ações práticas do que documentos para garantir esse acesso à aprendizagem (Zerbato; Mendes,

Revista Interdisciplinar

2018). Nesse sentido, as autoras supracitadas fazem um questionamento: “Como melhor ensinar turmas heterogêneas?”, uma possibilidade sugerida é a utilização dos pressupostos teóricos e metodológicos do DUA.

O DUA, que no inglês é *Universal Design for Learning* (UDL), foi desenvolvido nos Estados Unidos, na década de 1990, pelos pesquisadores Anne Meyer, David Rose e David Gordon e outros do *Center for Applied Special Technology* (CAST). Sua concepção foi inspirada no conceito do Desenho Universal (DU) advindo da arquitetura. Já que o DU se preocupa em favorecer a acessibilidade nos espaços para o maior número de pessoas, então a perspectiva do DUA veio para redimensionar essa ideia no processo de ensino e aprendizagem, a fim de alcançar um maior número de alunos (Sebastián-Heredero; Prais; Vitaliano, 2022).

Na tradução e revisão das obras do CAST feita no trabalho de Sebastián-Heredero (2020) é exposto que o DUA minimiza um dos principais obstáculos para uma educação inclusiva, os currículos engessados, pensados para uma média imaginária de alunos. Portanto, é sugerido a flexibilização dos mesmos em virtude da variabilidade e diversidade dos estudantes. Assim, o planejamento é pensado desde o início para atender as necessidades de todos os alunos ao estimular a criação de opções personalizadas que os alcance, desvinculada a criação de adaptações específicas para atender somente um determinado aluno.

Zerbato e Mendes (2018) trazem o seguinte exemplo que mostra essa ideia: imagine a elaboração de um material concreto de Matemática para um aluno cego, normalmente o material é pensado para atender somente esse aluno, mas na perspectiva do DUA ele também deveria ser utilizado pelos demais estudantes, já que ajudará também os outros na compreensão do assunto em questão.

A partir das referências científicas que contribuíram para organização do DUA, tem-se os estudos da Neurociência aplicada à Educação, principalmente, o que está relacionada ao funcionamento do cérebro durante a aprendizagem em 03 (três) áreas: reconhecimento, estratégia e afetiva (Figura 1) (Sebastián-Heredero; Prais; Vitaliano, 2022).

Figura 1 – Estratégias do DUA alinhadas às redes de aprendizagem

DESENHO UNIVERSAL DA APRENDIZAGEM		
Redes de Reconhecimento	Redes de Estratégia	Redes Afetivas
Aprender o QUÊ	Aprender COMO	Aprender POR QUÊ
Como reunimos factos e categorizamos o que vemos, ouvimos e lemos. A identificação de letras, palavras ou o estilo de um autor são tarefas de reconhecimento.	Planear e desempenhar tarefas. Como organizamos e expressamos as nossas ideias. Escrever um texto ou resolver um problema de matemática são tarefas estratégicas.	Como os alunos se empenham e se mantêm motivados. Como reagem aos desafios, se estimulam e interessam. Estas são dimensões afetivas.
➡ Apresente a informação e os conteúdos em diferentes formatos	➡ Diversifique os modos como os alunos podem expressar o que sabem	➡ Estimule o interesse e a motivação por aprender
Mais formas de promover Múltiplos Meios de Representação	Mais formas de promover Múltiplos Meios de Ação e Expressão	Mais formas de promover Múltiplos Meios de Envolvimento

Fonte: Cast (2011).

De acordo com Sebastián-Heredero (2020) essas três redes envolvidas na aprendizagem são base para construção dos 03 (três) princípios gerais do DUA: afetivas para o princípio do engajamento, reconhecimento para o princípio da representação e estratégicas para o princípio da ação e expressão. Esses três princípios também são definidos como “o porquê”, “o quê” e “o como” da aprendizagem, respectivamente do anterior.

Esse conjunto de princípios constitui um modelo prático que facilita aos educadores o planeamento de ensino com alcance a todos os alunos, de forma aprimorada e flexível (Zerbato, 2018). Além disso, na tentativa de fornecer mais detalhes, cada princípio apresenta um conjunto de diretrizes e pontos de verificação, que juntos foram idealizados “[...] para planejar e avaliar objetivos, metodologias, materiais e métodos de avaliação, a fim de criar um ambiente de aprendizagem completamente acessível para todos” (Sebastián-Heredero, 2020, p. 744).

O princípio do engajamento está conectado à seguinte problematização “De que formas é possível estimular e despertar o interesse e a motivação para o envolvimento dos alunos?” (Sebastián-Heredero; Prais; Vitaliano, 2022, p. 23), ligado as redes afetivas do cérebro. Segundo

Revista Interdisciplinar

Sebastián-Heredero (2020), para tentarmos obter o envolvimento e o interesse dos estudantes é essencial oferecer várias opções nas formas de participação, principalmente, porque muitos se diferem na maneira que os tornam motivados, por exemplo, tem estudantes que uma novidade os deixam motivados, mas em alguns outros podem gerar desmotivação e receio.

O referido autor destaca que a diretriz que “proporciona opções para incentivar o interesse” está ligada a traçar estratégias que alcance as diferenças intra e interindividuais dos estudantes no quesito do engajamento, facilitando a atividade do professor para captar a atenção e o envolvimento deles. Com relação à diretriz “oferecer opções para manter esforço e à persistência”, propõe opções externas para manter e regular a motivação e esforço. Já a que “oferece opções para a autoregulação”, trabalha um aspecto fundamental do desenvolvimento humano: habilidades de regulação de suas próprias emoções e motivações (Sebastián-Heredero, 2020).

O princípio da representação pode ser representado pela seguinte frase “o conteúdo deve ser apresentado de diferentes formas”. Sebastián-Heredero, Prais e Vitaliano (2022) relatam que isso significa que o acesso à aprendizagem é potencializado quando o conteúdo é mostrado a partir de diversas formas, como por exemplo a utilização de textos, imagens, questionamentos, esquemas, diálogos, exposição oral ou visual e entre outras formas, assim, auxiliando que todos os estudantes identifiquem o “o quê” da aprendizagem.

Vale ressaltar que, segundo Sebastián-Heredero (2020), cada estudante capta melhor informações de maneiras diferentes, por exemplo, um estudante pode ter maior rapidez e eficiência para captar um conteúdo quando apresentado visualmente, enquanto outro prefere recursos impressos, então não um meio ideal de apresentação. Além disso, Sebastián-Heredero, Prais e Vitaliano (2022) acrescenta a necessidade de serem recursos acessíveis, já que as especificidades dos estudantes devem ser levadas em conta no momento da apresentação das informações.

Dessa forma, esse princípio expõe caminhos que podem ser utilizados no momento de apresentar um conteúdo para que acesse a conhecimentos prévios de todos os estudantes, auxiliando a questionamentos como “De que modo devo compartilhar informações para alcançar todos?” e “Como decidir as ferramentas, recursos e estratégias a serem utilizadas?” (Rose; Meyer, 2002 *apud* Zerbato, 2018).

Revista Interdisciplinar

De acordo com Sebastián-Heredero (2020) a diretriz que trabalha a “percepção” ressalta a importância de garantir que as informações sejam igualmente perceptíveis por todos os estudantes por meio de diferentes modalidades (visuais, táteis, audíveis, entre outras) e diferentes formatos que permitam serem ajustados pelos estudantes. Com relação a diretriz que visa o “uso da linguagem, expressões matemáticas e símbolos”, é traçado estratégias e alternativas que garantam que essas representações linguísticas ou não linguísticas deixem de causar confusão em alguns estudantes, garantindo assim clareza e compreensão sobre elas. Por outro lado, diretriz que fornece “opções para compreender e entender” é estabelecida na perspectiva de ensinar os estudantes a transformarem as informações em conhecimentos úteis.

Nota-se que os estudantes diferem em como expressam o que sabem, por exemplo, alguns estudantes demonstram melhor seu conhecimento na linguagem oral e não da escrita, mas existem outros que são o inverso disso. Portanto, não existe um modo ideal de ação e expressão em uma sala de aula, diante disso, é necessário fornecer diversas opções para realizar esse processo de exposição dos conhecimentos adquiridos (Sebastián-Heredero, 2020).

Correlacionando com esse cenário, o princípio da ação e expressão apresenta a seguinte pergunta norteadora “Estão sendo possibilitadas aos alunos diferentes formas de expressar aquilo que estão aprendendo?” (Sebastián-Heredero; Prais; Vitaliano, 2022). Se sim, de acordo com os autores supracitados, o professor estará possibilitando o estudante a identificar o “como” da aprendizagem, pois esse estudante estará tendo maiores oportunidades de expressar suas ideias e participar ativamente da aula.

Esse princípio do DUA apresenta estratégias que visam a “disponibilização de modelos flexíveis de demonstração de desempenho, buscando oportunizar a prática com apoio, fornecer feedback relevante e contínuo e proporcionar oportunidades flexíveis para demonstrar competências” (Zerbato, 2018, p. 59).

Segundo Sebastián-Heredero (2020) a diretriz que fala de “proporcionar opções para a ação física” se refere à estratégias para fornecer recursos que todos os alunos possam utilizar e interagir sem dificuldades, assim evitando obstáculos físicos para alguns estudantes. Com relação a diretriz que trata de “oferecer opções para a expressão e a comunicação”, ela traz mais diretamente as ideias para propor múltiplas modalidades para os estudantes expressarem seus conhecimentos.

Já a diretriz que “fornece opções para as funções executivas” é destinada a oferecer suporte aos estudantes no estabelecimento de metas ou objetivos no longo prazo.

3. RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS

A nomenclatura REA foi difundida pela primeira vez no Fórum de 2002 da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) sobre *Softwares* Didáticos Abertos, além da seguinte definição divulgada “A disponibilização aberta de recursos educativos, possibilitada pelas tecnologias de informação e comunicação, para consulta, utilização e adaptação por uma comunidade de usuários para fins não comerciais” (UNESCO, 2002, p. 24).

Mais recentemente, em 2019, a UNESCO disponibilizou uma definição atualizada com a Recomendação sobre Recursos Educacionais Abertos. Estabelecendo que:

Os Recursos Educativos Abertos (REA) são materiais de aprendizagem, ensino e pesquisa, em qualquer formato e suporte, que se encontrem no domínio público ou estejam protegidos por direitos de autor e que tenham sido disponibilizados com uma licença aberta que permite acesso, reutilização, adaptação e redistribuição para qualquer usuário (UNESCO, 2019, p. 5).

A ideia de REA estabelecida pela UNESCO e outros estudiosos está diretamente relacionado ao movimento educacional intitulado “Educação Aberta” (EA), já que é um movimento histórico que promove a remoção de barreiras ao acesso à educação com a liberdade de uso, alteração, combinação e redistribuição de recursos educacionais a partir do uso de tecnologias, assim como um enfoque na inclusão, acessibilidade, equidade e ubiquidade (Furniel; Mendonça; Silva, 2019b). As ideias da EA podem ser vistas, por exemplo, no aumento de plataformas educacionais, canais de vídeo de ensino e cursos em diferentes formatos disponíveis online (Furtado; Amiel, 2019).

Percebe-se essa ligação, já que segundo Furniel, Mendonça e Silva (2019b) uma definição mais simples de REA é qualquer recurso educacional disponível abertamente para uso por educadores e alunos sem a necessidade de pagar direitos autorais ou taxas de licença. Contribuindo com essa definição, Sebriam, Markun e Gonsales (2017, p. 34) expõe que “a ideia principal do REA é que qualquer recurso de aprendizagem que uma pessoa publique possa ser utilizado e re combinado por outras pessoas, de modos diferentes, como uma forma de ampliar o conhecimento”. Esses recursos educacionais podem ser livros, planos de aula, *softwares*, jogos,

Revista Interdisciplinar

resenhas, trabalhos escolares, artigos, dissertações, teses, cursos, manuais, vídeos, áudios e imagens, dentre outros tipos (Furtado; Amiel, 2019).

Ainda, segundo Furtado e Amiel (2019) os REA além de engajarem práticas abertas com a possibilidade de usar, adaptar e compartilhar esses recursos didáticos, também, têm potencial para contribuir com uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade ao estimular competências como colaboração, flexibilidade, autoria compartilhada e a revisão por pares.

Entretanto, é importante frisar que nem todo recurso educacional disponível, na internet ou fora dela, é um REA. De acordo com Furniel, Mendonça e Silva (2019b), esses recursos precisam conter 03 (três) princípios: apresentarem conteúdos educacionais (ensino, aprendizagem e pesquisa), possuírem licenças de uso que permitam seu uso legalizado e em formatos abertos para facilitar acessá-los e modificá-los. Por virtude disso, o conceito de REA pode estar diretamente ligado às ferramentas e os *softwares* disponíveis na internet que são necessários para desenvolver ou oferecer esses materiais de aprendizagem que apresentam essas licenças e formatos abertos (Mattar, 2017), nesse caso desenvolvendo REA digitais.

Além da concepção dos 03 (três) princípios, ainda existem um conjunto de liberdades ou permissões que todo REA precisa ter. Criadas a partir das 04 (quatro) liberdades dos *softwares* livres (usar, copiar, alterar, redistribuir), Wiley (2007) estabeleceu as 04 (quatro) principais permissões dos REA (reusar, revisar, remixar e redistribuir) que os chamou como “os quatro Rs”. Entretanto, em 2014, o mesmo incluiu uma nova liberdade, a permissão de “reter”, assim, ampliando para os 05 (cinco) Rs do REA (reusar, revisar, remixar, redistribuir e reter).

A questão dos direitos autorais é importante para os REA, já que os autores têm direito por lei no controle sobre seus recursos criados, podendo ou não os conceder para reprodução. Diante disso, Schmitz (2023, p. 12) destaca que “os diversos recursos digitais disponíveis na internet (textos, imagens, vídeos, áudios, entre outros) são, em sua maioria, protegidos por direito autoral”, podendo parecer uma dificuldade utilizá-los no conceito dos 5Rs. Entretanto, segundo a lei, para utilizar a obra mesmo que de forma parcial é preciso uma autorização prévia e expressa do autor, caso contrário, é passível de punição nas esferas cível e criminal pela reprodução indevida (Educação Aberta, 2013).

Essas licenças livres acontecem quando o detentor dos direitos autorais concede a liberdade ampla ou restrita da obra por meio de uso de licenças de direitos, por exemplo, as mais

Revista Interdisciplinar

conhecidas do *Creative Commons* (CC), podendo liberar os direitos como de cópia, reprodução ou redistribuição (Mallmann; Mazzardo, 2020). Mas além das licenças livres, existe a possibilidade de a obra ter domínio público, permitindo a qualquer pessoa a utilizar, ou acontece quando passa 70 anos da morte do autor que é o prazo de vigência dos direitos patrimoniais na maioria dos países (Furtado; Amiel, 2019).

Quanto ao formato, é o nome dado a forma específica de codificar e armazenar um recurso em um arquivo no computador por meio de um *software*, também, sendo apresentado como fechado, proprietário ou aberto. Arquivos no formato fechado e proprietário, o código não é livre e acessível, pois só é incompatível com *softwares* específicos, mas no formato aberto não está submetido a essa condição, assim facilitando o seu acesso (Santana; Rossini; Pretto, 2012). No âmbito da educação, formato “refere-se à maneira como a informação é apresentada ou disponibilizada” (Schmitz, p. 18, 2023).

Ademais, Furniel, Mendonça e Silva (2019b) destacam que além de assegurar a possibilidade de recombinar e remixar, os formatos abertos tem o objetivo de garantir o acesso ao longo prazo aos dados deles, já que poderão ser abertos até por *softwares* ainda não existentes. Consequentemente, é importante estar ciente de que formato deve ou não se utilizar para que o recurso se enquadre nas categorias de REA digital.

Pelas características dos REA, é visto esses recursos têm um potencial enorme de transformação da educação, pois rompe uma tradição de propriedade, como, por exemplo, o livro didático, fomentando uma mudança de conteúdos estáticos para conteúdos dinâmicos (Santana; Rossini; Pretto, 2012).

Mas, também, existem outras razões e benefícios na implantação desses recursos. Segundo Furniel, Mendonça e Silva (2019b) os REA por meio das licenças abertas contribuem na qualidade e eficácia da educação, pois sem restrições de uso e compartilhamento é possível economizar tempo e dinheiro que se teria normalmente na obtenção de permissão com materiais protegidos com direitos autorais. Em consonância com essa qualidade, Furtado e Amiel (2019) ressaltam que assim é possível garantir que os materiais criados com dinheiro público sejam utilizados por todos os alunos.

Além disso, com o REA “o princípio de permitir a adaptação de materiais cria uma possibilidade de trazer os alunos para um papel mais ativo nos processos educacionais” (Furniel;

Revista Interdisciplinar

Mendonça; Silva, 2020b, p. 10), fugindo assim dos materiais que só possibilitam a leitura e estimulando a criatividade dos alunos.

Alguns outros benefícios importantes citados por Furtado e Amiel (2019, p. 12-13) são: possibilidade de adaptação dos materiais a diferentes realidades locais; incentivo a práticas colaborativas; fomento à disseminação de conhecimentos produzidos por professores e alunos e garante a longevidade dos recursos criados.

Diante do exposto, na hora de incorporar um REA em sala de aula, o professor pode simplesmente utilizar um já pronto, mas em ocasiões é necessário criar um por adaptação ou do início. Nesse momento, antes de começar a criação é importante fazer um planejamento. Conforme Furniel, Mendonça, Silva e (2020a) perguntas como: “Para quem estou fazendo esse recurso? Qual linguagem devo usar? O que quero transmitir com esse recurso? Qual o conteúdo prévio eles têm do assunto?” vão ajudar nessa etapa.

Para entender como se criar um REA e para garantir uma melhor qualidade, Furniel, Mendonça e Silva (2020a) estabeleceram um ciclo de produção com 06 (seis) fases. Segundo os autores, a primeira fase da criação é o “planejamento”, nela se define o objetivo educacional, o problema, o público alvo, as metas, quais recursos vão utilizar (texto, áudio, vídeo, imagem, recursos interativos, entre outros), qual o formato e outras características importantes. A próxima, é o “desenvolvimento”, que é a produção do REA de acordo com o planejado e a aplicação de testes de validação. Posteriormente, o “depósito”, “Nesta fase o recurso é incluído no repositório e os metadados descritos de acordo com os padrões adotados” (Furniel; Mendonça; Silva, 2019a, p. 29).

A próxima fase, é a “publicação”, recomendando retificar as duas últimas fases para publicação no repositório. Seguida do “monitoramento”, que corresponde a criação de mecanismos como enquetes de satisfação e contagens do número de pessoas que interagem com o REA. Por último, a “avaliação”, que é a avaliação dos dados vindo das estratégias de monitoramento, assim, podendo melhorar o REA ou descartar (Furniel; Mendonça; Silva, 2019a, p. 29).

Além dessa ideia, podemos pensar na criação dos REA com o “ciclo da vida” proposto pelo caderno Educação Aberta (2013). As etapas desse ciclo consistem em: encontrar os REA adequados para a sua necessidade; criar o seu REA, podendo ser do início ou combinando com

Revista Interdisciplinar

recursos encontrados; adaptar os recursos encontrados, por exemplo, fazendo melhorias ou contextualizando a sua realidade; usar esse REA e compartilhar quando finalizado para assim possibilitar recomeçar o ciclo (Educação Aberta, 2013).

4. ACESSIBILIDADE DIGITAL

Os REA digitais facilitam a vida dos usuários da *web* por permitir 05 (cinco) liberdades: reter, revisar, remixar, redistribuir e reter, entretanto de nada vale os 05 (cinco) Rs se esses materiais não puderem ser compreendidos por muitas pessoas, então é inevitável se pensar na acessibilidade digital dos REA. Perante a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), que promove e assegura condições de igualdade para pessoas com deficiência, a palavra acessibilidade significa dar condições para pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida utilizarem diferentes espaços, executar diferentes tarefas e acessarem tecnologias de forma autônoma, inclusive com o uso de Tecnologia Assistiva (TA) (Brasil, 2015). Além disso, o referido dispositivo jurídico atribui ao poder público a responsabilidade de garantir condições que eliminem barreiras e promovam a inclusão, como recursos de acessibilidade.

A acessibilidade torna a sociedade mais inclusiva por meio da quebra de barreiras urbanísticas, arquitetônicas, tecnológicas, atitudinais, de locomoção, de comunicações e da informação, portanto, dá condições para que todos interajam com a realidade social (Salton; Agnol; Turcatti, 2017). Nesse sentido, proporciona para as pessoas com deficiências e com mobilidade reduzida uma vida independente e com gozo de seus direitos, também, pode possibilitar mais facilidade, segurança, rapidez e conforto na ação de algo para outras pessoas (W3C Brasil, 2013). Sasaki (2009, p. 02) ainda acrescenta que “[...] a acessibilidade é uma qualidade, uma facilidade que desejamos ver e ter em todos os contextos e aspectos da atividade humana”.

Um contexto que apresenta muitas barreiras é o meio digital, pois muitos sites, ferramentas e recursos digitais, como um REA digital, são normalmente criados sem pensar nas dificuldades que algumas pessoas podem ter ao acessá-los e utilizá-los. Segundo a *World Wide Web Consortium* (W3C), organização que desenvolve padrões para *web*, a acessibilidade digital acontece quando esses sites, ferramentas e recursos digitais são projetados para proporcionar igualdade de oportunidades de acesso para pessoas com deficiência, mas também beneficiando outros públicos, como idosos e pessoas com limitações temporárias.

Revista Interdisciplinar

Nesse sentido, qualquer recurso digital acessível deve ser concebido pensando nas variadas características humanas e tecnológicas para alcançar o objetivo de ter menos barreiras, assim um maior número de pessoas poderá compreendê-lo (Salton; Agnol; Turcatti, 2017). Em uma perspectiva mais técnica, existem as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo da *Web* (WCAG) desenvolvidas pela organização da W3C e que atualmente está na versão 2.2. Segundo a própria W3C (2024a) as WCAG são desenvolvidas em parceria com pessoas e grupos de todo o mundo e tem o objetivo de fornecer diversas recomendações e um padrão universal para conteúdos acessíveis da *web*.

Para atender a essa necessidade as WCAG são organizadas atualmente em 04 (quatro) princípios base para a acessibilidade, mas com ampliações estabelecidas nas diretrizes, critérios de sucesso e técnicas (WEC, 2023). O primeiro princípio destaca que os conteúdos da *web* têm que ser “perceptível”, se referindo que as informações apresentadas devem estar de maneira que alcance qualquer usuário, ou seja, não podem ser invisíveis para todos os seus sentidos (WEC, 2024b). Algumas medidas para tornar-se um REA digital perceptível é a incorporação de A em imagens, legendas e interpretação em língua de sinais em vídeos e áudios, boa relação de contraste de textos e imagens e não usar apenas a cor para transmitir conhecimento.

Intitulado de “operável”, esse é o segundo princípio, que segundo WEC (2024b) se trata de fornecer ao usuário total facilidade de navegar pelo conteúdo da interface de forma independente, ou seja, não pode exigir interações que não podem ser feitas. Para tornar o recurso operável pode-se inserir as funcionalidades do conteúdo através do teclado, evitar limitação de tempo de leitura, implementar índices com títulos, evitar conteúdos piscantes, entre outras propostas expostas na WCAG.

O próximo princípio é o “compreensível”, que significa que as informações devem ser consistentes para que sejam compreendidas por todos os usuários, assim como a sua interface (WEC, 2024b). Exemplos de atitudes desse princípio é apresentar o conteúdo em uma linguagem simples e consistente, assim como fornecer instruções claras.

Por último, temos o princípio intitulado de “robusto” que contempla a necessidade do conteúdo funcionar com as variadas tecnologias, incluindo TA. Então deve ser interpretado de forma confiável pelas tecnologias atuais e futuras (WEC, 2024b). Uma atitude necessária para garantir esse princípio é a execução de uma verificação da acessibilidade do recurso.

Revista Interdisciplinar

Tanto as práticas citadas nessa seção e as WCAG são exemplos de mecanismos que devem ser considerados na hora de criar e disponibilizar algum REA na *web*, haja visto que são essenciais para garantir as características desse tipo de material.

5. PROPOSTAS DE INFOGRÁFICOS ACESSÍVEIS PARA MATEMÁTICA

Etimologicamente, de acordo com Alvarez (2012), a palavra infografia tem origem do inglês *information graphic* e de 02 (dois) termos: *info* e *grafia*. O termo *info* vem do latim *formatio* que significa representar ou criar uma ideia, já o termo *grafia* vem do grego *graphia*, significando a representação escrita. Então, em uma definição simples, os infográficos podem ser entendidos como recursos informativos que apresentam texto e imagem juntos de forma inteligente e com atrativo visual (Módulo, 2007).

Segundo Leturia (1998), o recurso e sua nomenclatura, *information graphic*, somente se popularizou com aparecimento da revista norte-americana *Today* em 1982, influenciando o jornalismo da época com essa proposta. Diante disso, e com a utilização dos infográficos até hoje no jornalismo, o mesmo pode ser considerado um gênero textual por alguns estudiosos da área (Alvarez, 2012). Entretanto, pode também ser considerado uma nova linguagem, haja visto que “ao mesmo tempo em que é analítica (a linguagem verbal divide e compara em etapas que se sucedem), é também sintética (a linguagem visual é percebida como um todo)” (Alvarez, 2012, p. 112).

Devido sua configuração natural, voltada a informar, os infográficos ainda são fortemente influenciados pela perspectiva do jornalismo (Carvalho; Aragão, 2012). Vale ressaltar que os infográficos passaram a ser explorados em outras áreas, fora do jornalismo, inclusive na educação. Evidenciando isso, Lyra (2007) explica que não existe nenhuma limitação para que o assunto deva ser exposto em um infográfico, desde que tenha o objetivo de transmitir informações, pode ser feito em diversas áreas de forma efetiva.

Lyra (2007) com uma pesquisa aplicada em alunos da graduação, exposta na sua dissertação de mestrado intitulada “Impacto do uso de infográficos como materiais de aprendizagem e suas correlações com satisfação, estilos de aprendizagem e complexidade visual”, conseguiu concluir que a aprendizagem por meio de infográficos é semelhante ao com uso de recursos educacionais tradicionais, ou seja, não ocorre prejuízo na aprendizagem. Então, não é necessário preocupações na utilização desse tipo de material, desde que seja bem explorado.

Revista Interdisciplinar

Os elementos de *design* evidenciam a importância de coesão e conectividade das informações trazidas nas imagens e nos textos que formam um infográfico, já que “a imagem deixa de ter somente o papel de ilustrar o texto escrito, pelo contrário, apresenta-se como a própria informação, protagonizando, juntamente com o verbal, o processo de comunicação” (Módulo, 2007, p. 6). Portanto, nem toda figura que agrega texto somado a imagem pode ser considerada um infográfico. Os mapas mentais e gráficos 3D são exemplos de materiais que utilizam imagem mais texto e não são infográficos (Lyra, 2007).

De acordo com Alvarez (2012), os componentes que normalmente compõem os infográficos são: textos, números, ícones, fotografias, desenhos figurativos, quadros, linhas e setas, pontos de condução, planos de fundo, mapas, tabelas e representações pictóricas.

Quando bem planejados e executados, os infográficos permitem que assuntos que normalmente são considerados complexos, que podem envolver números ou que demandam muitas palavras, sejam entendidos pelo leitor de forma rápida, eficaz e descontraída, além de dar mais liberdade ao autor para explorá-lo diferente da maneira tradicional (Leturia, 1998).

Porém, como os infográficos são construídos para atrair a atenção do leitor e proporcionar uma leitura rápida, então as imagens e as informações textuais devem ser claras para eles, assim, os fazendo compreender o objetivo do infográfico sem dificuldades (Alvarez, 2012). Ajudando na objetividade, um bom infográfico deve considerar seu público-alvo (Lyra, 2007).

Outra característica interessante é que, geralmente, os infográficos quebram a sequência padrão linear de leitura, esquerda para direita e de cima para baixo, possibilitando ao leitor começar a ler de onde quiser ou ao criador construir um ponto de entrada diferente (Módulo, 2007).

Com relação a classificação dos infográficos, existem diversas propostas, entretanto citamos a tipologia estabelecida por Rajamanickam (2005) que é baseada em 03 (três) variáveis: tipo de informação, ferramenta de representação e método de comunicação.

Com relação ao “tipo de informação”, Rajamanickam (2005) explica que o infográfico “espacial” contém informações sobre localização; o “cronológico” descreve sequências e linhas temporais e o “quantitativo” descreve dados como escala, proporção e quantidade. Já a classificação para as “ferramentas de informação” referencia os diferentes tipos de diagramas, mapas e gráficos que podemos utilizar nos infográficos.

Revista Interdisciplinar

Na tipologia do “método de comunicação” é exposto os meios adequados de apresentação dos infográficos. O tipo “estático” é a forma mais simples, apresenta todas as informações em composição fixa e usual. No “dinâmico” se utiliza animação e elementos visuais e textuais de movimento. Agora, o tipo “interativo” incorpora os tipos estático e dinâmico, mas possibilitando a interação do leitor com o infográfico, esse sendo sustentado pelas tecnologias digitais (Rajamanickam, 2005).

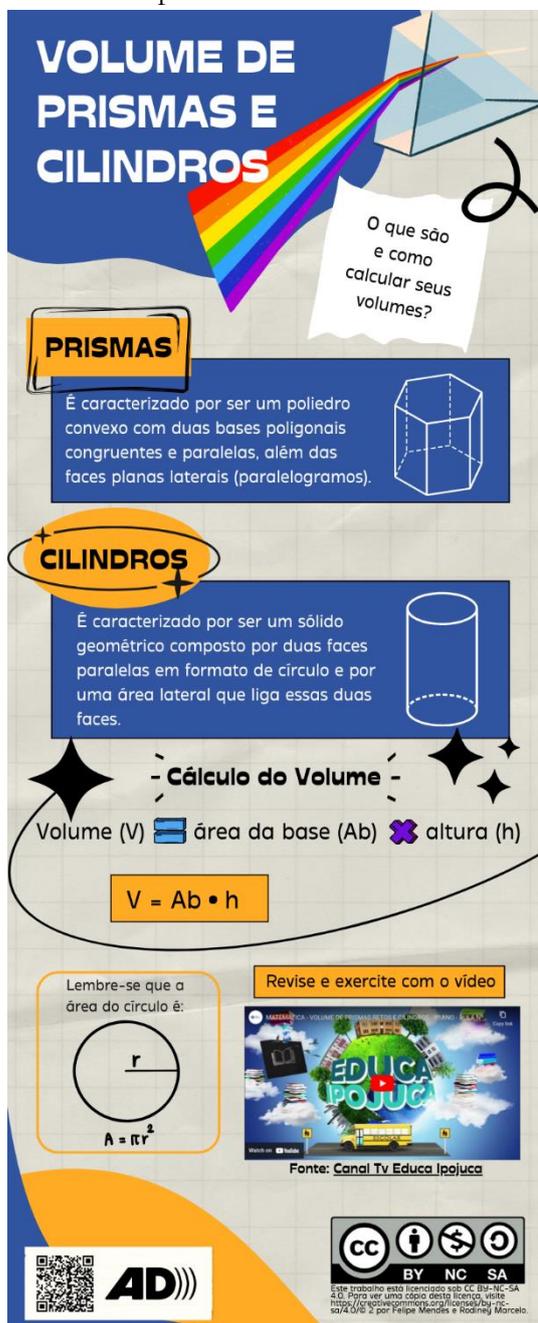
A realidade é que os tipos de métodos de comunicação sofrem grande influência da possibilidade de criação de infográficos no meio digital, os chamados infográficos digitais. Segundo Valero Sancho (2004), os infográficos digitais são a evolução do recurso com o surgimento e desenvolvimento de *softwares* e de recursos técnicos, principalmente, para suprir a necessidade de o jornalismo capturar a atenção dos leitores *online*. Entretanto, as outras áreas, também, exploram os infográficos digitais por darem mais possibilidades que os impressos.

Os infográficos digitais além de apresentarem todas as características dos impressos, também, podem permitir que seja inserido imagens com movimento, vídeos, áudios, animações em 2D e 3D, interatividades, hipertextualidades, entre outros (Valero; Sancho, 2004; Longhi, 2009). Dessa forma os infográficos passaram a apresentar mais liberdade para os autores sem perder a sua objetividade e eficácia, assim como permite que o leitor seja mais ativo na leitura, já que possibilitou uma maior interação com o material.

Os infográficos, impressos ou digitais, por apresentarem todas essas peculiaridades aqui expostas, se conectam com uma característica presente nos novos leitores que consomem muito conteúdo da internet, pois preferem obter conhecimento de forma enxuta (Lyra, 2007; Módulo, 2007). Na Matemática, pode ser uma forte alternativa para despertar o interesse dos alunos, dado que essa objetividade de texto e imagens podem contribuir para a compreensão de novos conteúdos a serem estudados.

Nesta seção são expostas as 05 (cinco) propostas de infográficos para o ensino de Matemática (Figuras 2-6). Para que haja uma articulação entre os infográficos, todos foram direcionados para o 9º ano do Ensino Fundamental, cada uma abordando uma unidade temática do componente Matemática da BNCC. Além disso, na última seção, será abordado como os 05 (cinco) REA digitais acessíveis estão relacionados com os princípios e diretrizes do DUA.

Figura 2 – Infográfico sobre volume de prismas e cilindros



Fonte: Autores³.

Figura 3 – Infográfico sobre notação científica



Fonte: Autores⁴.

(Nota ³) Acesso ao modelo do Infográfico sobre volume de prismas e cilindros no Canva (link externo). Fim da nota.
(Nota ⁴) Acesso ao modelo do Infográfico sobre notação científica no Canva (link externo). Fim da nota.

Figura 4 – Infográfico sobre grandezas diretamente e inversamente proporcionais

Grandezas
É tudo aquilo que pode ser contado e medido.

40
Km / Hr

Diretamente proporcionais

Duas grandezas são diretamente proporcionais quando, ao aumentar uma, a outra também aumenta na mesma proporção, e, ao diminuir uma, a outra também diminui proporcionalmente.

Então, se duplicar uma delas, a outra também duplica, e, reduzindo uma pela metade, a outra também se reduz na mesma proporção.

Exemplo: Quanto mais pizzas forem pedidas, mais será o preço cobrado.

Inversamente proporcionais

Duas grandezas são inversamente proporcionais quando, ao aumentar uma, a outra diminui na mesma proporção, e, ao diminuir uma, a outra aumenta proporcionalmente.

Assim, se duplicar uma delas, a outra se reduz à metade, e, ao reduzir uma pela metade, a outra aumenta na mesma proporção.

Exemplo: Quanto mais funcionários em uma obra, menos tempo para finalizá-la.

AD)))

CC BY NC SA

Fonte: Autores⁵.

Figura 5 – Infográfico sobre relações métricas do triângulo retângulo

RELAÇÕES MÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO

1 **2** **3**

$c^2 = a \cdot n$

$c \cdot h = b \cdot n$

$b \cdot c = a \cdot h$

$b^2 = a \cdot m$

$c \cdot m = b \cdot h$

$a^2 = b^2 + c^2$

$a = m + n$

AD)))

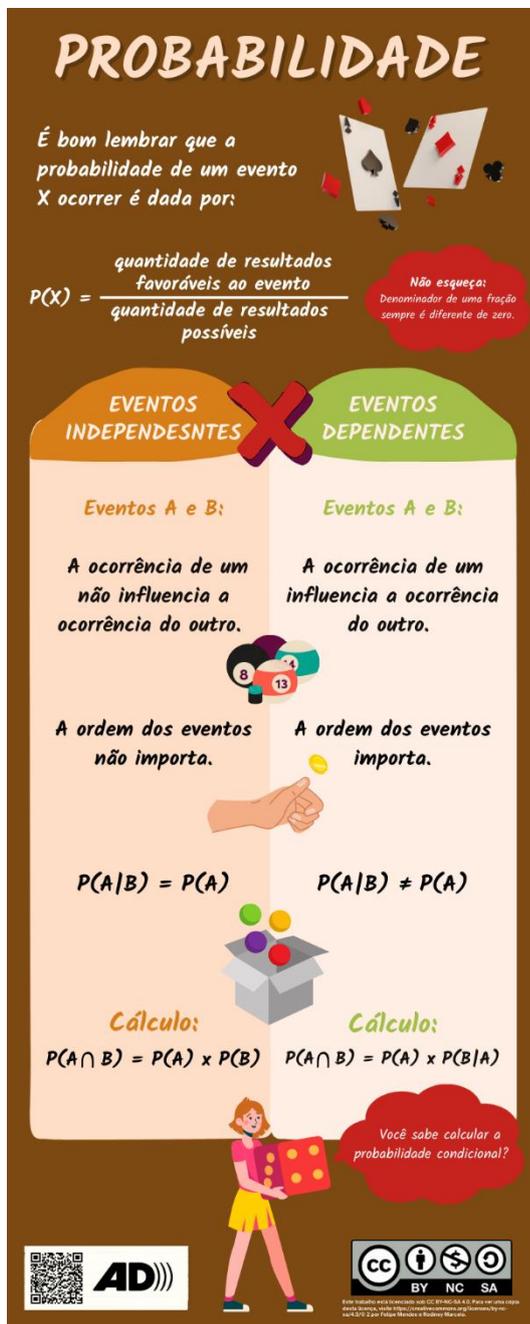
CC BY NC SA

Fonte: Autores⁶.

(Nota ⁵) [Acesso ao modelo do Infográfico sobre grandezas diretamente e inversamente proporcionais no Canva](#) (link externo). Fim da nota.

(Nota ⁶) [Acesso ao modelo do Infográfico sobre relações métricas do triângulo retângulo no Canva](#) (link externo). Fim da nota.

Figura 6 – Infográfico sobre eventos dependentes e independentes



Fonte: Autores⁷.

(Nota 7) [Acesso ao modelo do Infográfico sobre eventos dependentes e independentes no Canva \(link externo\)](#). Fim da nota.



6. INFOGRÁFICOS À LUZ DO DUA, DOS REA E DA ACESSIBILIDADE DIGITAL

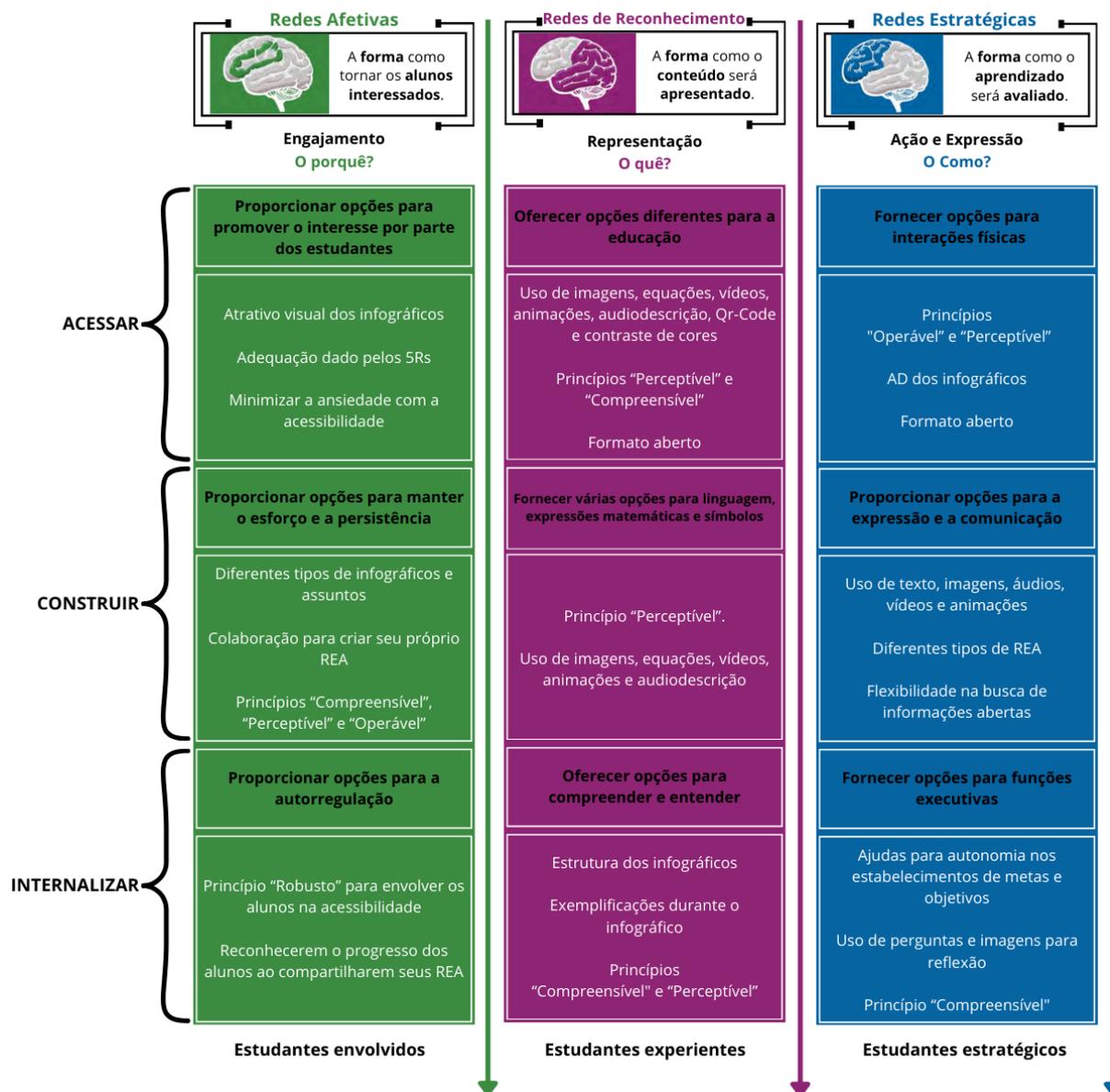
Esta seção discute, minuciosamente, como os 05 (cinco) infográficos digitais (Figuras 2-6) incorporam os 03 (três) princípios e as 09 (nove) diretrizes do DUA. A título de ilustração, a Figura 7 retoma os princípios do DUA, dos REA e da acessibilidade digital, tendo em vista que serão novamente explorados no decorrer desta seção. Já a Figura 8 mostra as estratégias pensadas e adotadas para atender as diretrizes do DUA.

Figura 7 – Mapa mental sobre DUA, REA e acessibilidade digital



Fonte: Autores.

Figura 8 – Análise dos infográficos à luz dos princípios do DUA



Fonte: Autores.

O princípio do engajamento está preocupado em provocar e motivar os alunos a aprenderem, haja visto que muitos deles diferem nos modos que os deixam interessados, portanto, é preciso que o professor utilize diferentes modos para facilitar a participação.

A diretriz 1 é voltada para traçar estratégias para capturar o interesse inicial dos alunos, nesse sentido, o atrativo visual dos infográficos é um grande aliado nas aulas de Matemática,

Revista Interdisciplinar

principalmente, para fugir do ensino tradicional que é bastante visto nessa área. O uso compactado de imagens atrativas, textos objetivos, vídeos e animações podem provocar o interesse dos alunos pelo material apresentado.

A concepção do recurso ser um REA pode ser um aliado na motivação. A garantia dos 05 (cinco) Rs (reusar, revisar, remixar, redistribuir e reter) dá liberdade aos próprios alunos modificarem esses infográficos digitais a sua maneira, assim, estimulando um maior interesse e autonomia para incorporar informações que os ajude na aprendizagem, ajustando as suas preferências.

Além disso, a acessibilidade será uma aliada nessa diretriz para minimizar a ansiedade dos alunos, pois garantirá que eles não sintam insegurança em relação ao entendimento dos infográficos. Por se tratar de imagens, a principal estratégia de acessibilidade é a incorporação da AD⁸, mas quesitos como o contraste de cores e texto, também, são trabalhados para proporcionar igualdade de oportunidades de leitura. Vale ressaltar que a AD não é somente destinada para pessoas com deficiência visual, também é voltada para pessoas com deficiência intelectual, idosos, disléxicos, autistas e pessoas com déficit de atenção.

A diretriz 2 é direcionada para manter a atenção e a motivação contínua dos alunos no aprendizado. Nos infográficos, os diferentes tipos propostos podem regular o interesse dos alunos, já que foram feitos 03 (três) infográficos estáticos (Figuras 2, 4 e 5), 01 (um) infográfico dinâmico (Figura 3) e 01 (um) infográfico interativo (Figura 1), tal como os diferentes conteúdos matemáticos podem variar o grau de dificuldade e motivá-los.

A colaboração é uma estratégia relevante para manter a motivação, com os REA (infográficos) é possível propor que os alunos criem em colaboração seus próprios materiais. Essa ideia pode ser explorada com uma revisão ou remix dos infográficos propostos ou a criação de outros do início.

Ademais, os princípios de acessibilidade “perceptível”, “operável” e “compreensível” colaboram com essa diretriz. Conteúdos com linguagem clara e consistente, perceptível a todos os sentidos e com facilidade de navegação para todos os estudantes vão permitir que os alunos continuem no material sem empecilhos, ou seja, mais chances de continuarem os utilizando.

(Nota ⁸) A AD dos infográficos apresentados neste trabalho seguiu as recomendações descritas no [E-book “Audiodescrição Didática”](#) (link externo), produto educacional elaborado pelos autores deste artigo. Fim da nota.

Revista Interdisciplinar

Com relação à diretriz 3, trabalha as habilidades dos estudantes para regular suas próprias emoções, ou seja, autorregular o seu envolvimento na aprendizagem. O princípio “robusto” da acessibilidade pode trabalhar essa habilidade, dado que sugere envolver as pessoas nesse processo. Então podemos envolvê-los na sua incorporação, refletindo sobre o que foi feito e discutindo melhorias que facilitem ainda mais a compreensão dos REA propostos. Essa tarefa pode envolver todos os alunos, sejam eles com deficiência ou não, pois a acessibilidade digital é pensada para facilitar a vida digital de todos os usuários.

O reconhecimento do progresso por parte do aluno ajuda na sua autorregulação, como o REA possibilita a redistribuição do recurso é possível ampliar a ideia proposta na diretriz anterior e compartilhar os REA elaborados. Esse compartilhamento pode ser feito com os demais colegas de sala, com a comunidade escolar ou até mesmo em algum repositório digital de REA. Desse modo os alunos reconhecem seus próprios avanços e obtêm retornos externos.

O princípio da representação discute a necessidade de usar diferentes modos de apresentação de um conteúdo, haja visto que muitos alunos diferem no modo como percebem e compreendem as informações, logo não existe um modo ideal que seja comum a todos.

A diretriz 4 está preocupada em garantir que as informações sejam igualmente perceptíveis por todos os estudantes, então é preciso fornecer múltiplas apresentações do conteúdo. A proposta dos infográficos digitais utiliza, objetivamente, o uso de imagens, vídeos, animações, *hiperlinks*, *Qr-Codes* e contraste de cores para facilitar a aprendizagem, explorando bastante os sentidos visuais e auditivos. Entretanto, peca no uso do sentido tátil, mas ainda existe a possibilidade de impressão desses infográficos.

Vale ressaltar o cuidado com a incorporação de elementos nos REA, pois é preciso somente inserir elementos com licenças de uso abertas. No caso dos (05) cinco infográficos, eles foram feitos na plataforma *Canva* que apresenta um acordo de licença que permite os 05 (cinco) Rs, com ressalvas que a versão gratuita não é possível utilizar todos os elementos.

A acessibilidade é bastante importante para essa diretriz, pois nada importa apresentar o conteúdo de diversas formas se os alunos não o perceberem e compreenderem. O uso, por exemplo, da AD em imagens, legendas em áudios e vídeos, bom uso de cores, linguagem clara e consistente irá proporcionar que as múltiplas apresentações sejam utilizadas por todos. Além disso, o formato aberto e flexível proposto nos REA possibilita que modifique as características do

Revista Interdisciplinar

recurso para melhor adaptar-se às características individuais. Um bom exemplo é a personalização do tamanho de textos, imagens, equações, figuras, tabelas ou de qualquer outro conteúdo visual para alunos com baixa visão.

Na diretriz 5 é ressaltado o uso de representações alternativas para linguagem, expressões matemáticas e símbolos. Os infográficos digitais propostos exploram textos, imagens, equações, formas geométricas, vídeos, animações e AD em conjunto para promover a interlocução entre as linguagens propostas nessa diretriz.

O princípio de acessibilidade “perceptível” age nessa diretriz para que todas essas ligações sejam compreendidas pelos estudantes. Um exemplo, são as imagens relacionadas aos assuntos matemáticos exploradas nos infográficos, caso não fosse disponibilizado AD esse elemento seria despercebido ou pouco compreendido por alguns estudantes.

A diretriz 6 propõe oferecer opções para compreender e entender, trabalhando com o acesso a conhecimentos úteis e a retomada de saberes anteriores. O formato utilizado pelos infográficos facilita fazer ligações ou lembrar conteúdos anteriores, que é uma estratégia sempre necessária quando se fala de Matemática.

Além disso, exemplificações no decorrer do recurso também irão facilitar o aluno a perceber a utilidade do que está aprendendo. Nos infográficos das Figuras 1 e 5 são utilizados essa ideia. A acessibilidade é interligada com essa diretriz através dos princípios “perceptível” e “compreensível” para que todas as implementações sejam captadas pelos estudantes de forma objetiva e eficaz.

O princípio da ação e expressão compreende que os estudantes diferem no modo como agem e expressam o que já sabem, desse modo, é necessário fornecer diversas alternativas para a expressão e ação de conhecimentos aprendidos.

A diretriz 7 se preocupa que os materiais utilizados possibilitem que todos os alunos possam trabalhar e interagir, sem obstáculos. Como já mencionado, nos infográficos a maior ferramenta no combate desses obstáculos de acessibilidade é a AD, que está relacionada com o princípio “perceptível”. Entretanto, essa diretriz também está relacionada com o princípio de acessibilidade “operável”, pois esse princípio se preocupa em fornecer opções de navegação e interação com o conteúdo, por exemplo com o uso do *mouse*. Ademais, o formato aberto proposto

Revista Interdisciplinar

nos REA se relaciona ao facilitar o acesso ao material, desse modo, nenhum estudante terá impedimentos ou dificuldades de ação e interação com ele.

Na diretriz 8 o professor deve proporcionar modalidades alternativas para os estudantes se expressarem, entendendo que não há meios igualmente ideais de expressão para todos. Por meio da infografia digital os alunos podem se expressar através de textos, imagens, áudios, vídeos e animações, possibilitando diferentes formas de expressão. Como os REA digitais não estão limitados a nenhum formato, desde que seja aberto, pode-se dar liberdade aos alunos se expressarem com a criação de seus REA em formatos diversos, como documentos textuais, *slides*, planilhas e gravação de áudio ou vídeo. Também, é viável flexibilizar a utilização de páginas e aplicativos da *web* para confecção dos REA, mas reforçando o cuidado com as licenças de uso.

A diretriz 9 discute a importância de estratégias que permitam que os estudantes tirem maior proveito de seu ambiente, oferecendo suporte para funções executivas. A partir do uso da infografia digital, a objetividade de informações contribui para os alunos constatarem ou estabelecerem objetivos e metas desses materiais com autonomia. Como a limitação da memória é um empecilho, na criação, o uso das diversas imagens e algumas perguntas reflexivas, de forma coesa, ajuda na capacidade dos alunos de usarem a memória e evitar esquecimentos sobre as informações do recurso. Dessa forma, é possível perceber que o princípio “compreensível” é explorado para que essas ajudas não sejam vagas ou ambíguas aos estudantes.

Por fim, vale ressaltar que todas as diretrizes do DUA, que conduziram a criação dos infográficos, não são uma receita pronta, mas sim estratégias que contribuem para a redução de barreiras nos REA, contribuindo para um ambiente de aprendizagem acessível para todos os estudantes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vislumbrando uma educação mais inclusiva, os recursos educacionais digitais devem ser elaborados com a preocupação que sejam acessíveis e potencializadores para a aprendizagem de todos os alunos. Diante disso, este trabalho utiliza uma pesquisa de caráter exploratório, com uma abordagem de pesquisa qualitativa e procedimento bibliográfico, buscando propor a criação de REA digitais acessíveis com foco no DUA para o ensino de Matemática. Para tal, foram elaborados 05 (cinco) infográficos direcionados para o 9º ano do Ensino Fundamental, cada um abordando

Revista Interdisciplinar

uma unidade temática do componente Matemática da BNCC, são elas: Grandezas e Medidas, Números, Álgebra, Geometria, Probabilidade e Estatística.

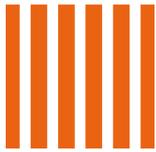
No estudo do DUA, foi possível estabelecer que essa abordagem busca uma maior flexibilização curricular, vislumbrando a redução de barreiras pedagógicas ao entender que os alunos se diferem na maneira que aprendem. Nessa tangente, seus princípios (engajamento, representação e ação/estratégia) corroboram para o planejamento e a intervenção do ensino no sentido de atender a todos os alunos, assim, contribuindo para que se tornem aprendizes envolvidos, experientes e estratégicos.

Além disso, entendemos que o REA, ao estabelecer seus 03 (três) princípios (ser educacional, apresentar licença aberta e formato livre) e as 05 (cinco) liberdades (reusar, revisar, remixar, redistribuir e reter), potencializam as possibilidades de uso do material por professores e alunos, garantindo maior vida e flexibilidade do recurso. Ademais, ao acrescentar a acessibilidade digital o professor dará condição de alcance, percepção, entendimento e interação para todos os alunos sobre os REA.

No que diz respeito a infografia digital, seu uso é justificado quando percebemos como sua estrutura diversificada, ao utilizar texto e imagens, favorece a criatividade ao trabalhar com temas da Matemática que normalmente são aprendidos na forma tradicional. Além do que, por meio do digital, podemos acrescentar animações, *links*, áudios e uma diversidade de *softwares* que “quebram barreiras, contribui para autonomia e desenvolve habilidades matemáticas mais eficientes” (Santos; Moreira, 2024).

Em conclusão, podemos afirmar que os objetivos foram alcançados, compreendendo a importância da temática para cultura de aprendizagem digital inclusiva. A infografia, os REA e a acessibilidade digital corroboram com a abordagem dos DUA, maximizando seu potencial e removendo barreiras. Outrossim, verificamos, a partir das características de ambas as temáticas, interlocuções diretas com as diretrizes do DUA, colaborando para que os infográficos digitais sobre a Matemática proporcionem diversas opções de engajamento, representação, ação e expressão da aprendizagem.

Para propostas futuras, é importante a aplicação desses infográficos em ambientes escolares vislumbrando verificar a ocorrência dos princípios do DUA, dos REA e da acessibilidade digital, bem como para estabelecer melhorias nos artefatos didáticos e pedagógicos autorais.



Revista Interdisciplinar

Ademais, recomendamos a exploração de outros formatos de recursos nessa temática, como por exemplo de vídeos, apresentações e planilhas.



REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Ana Maria Torres. **Infografia na Educação: contribuições para o pensar crítico e criativo**. 2012. Tese (Doutorado em Educação Currículo) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 6 de jul. de 2015.

CARVALHO, R. M.; OLIVEIRA, G. C. de; SOARES, J. V. O uso de materiais concretos e jogos como estratégia didática para ensinar as operações aritméticas básicas no ensino fundamental: Um relato de experiência em uma escola do interior do Piauí. **Cadernos Cajuína**, v. 8, n. 2, 2024.

CAST — Center for Applied Special Technology. **Until learning has no limits**. [s. l]. Disponível em: <http://www.cast.org>. Acesso em: 19 mar. 2024.

DAP - Digital Access Programme. **Guia de Boas Práticas para Acessibilidade Digital**. 2023. Disponível em: <https://ceweb.br/projetos/bruk/guia-html/>. Acesso em: 11 abr. 2024.

EDUCAÇÃO ABERTA. **Recursos Educacionais Abertos (REA): Um caderno para professores**. Campinas, 2013.

FURNIEL, Ana Cristina da Matta; MENDONÇA, Ana Paula Bernardo; SILVA, Rosane Mendes da. **Como criar e avaliar a qualidade de Recursos Educacionais Abertos (REA)**. Guia de Recursos Educacionais Abertos. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2019a.

FURNIEL, Ana Cristina da Matta; MENDONÇA, Ana Paula Bernardo; SILVA, Rosane Mendes da. **Avaliação da Qualidade de Recursos Educacionais Abertos. Guia de Recursos Educacionais Abertos**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2019b.

FURTADO, Débora; AMIEL, Tel. **Guia de bolso da educação aberta**. Brasília: Iniciativa Educação Aberta, 2019.

LONGHI, Raquel Ritter. Infographics on-line: intermedia narrative. **Estudos em Jornalismo e Mídia**. Florianópolis - SC, v. 6, n. 1, p. 187-196, jan./jun. 2009.

LYRA, Kamila Takayama. **Impacto do uso de infográficos como materiais de aprendizagem e suas correlações com satisfação, estilos de aprendizagem e complexidade visual**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências - Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2017.

Revista Interdisciplinar

LETURIA, Elio. ¿Qué es infografía? **Revista Latina de Comunicación Social**. La Laguna, n. 4, [s. p], abr. 1998.

MALLMANN, Elena Maria; MAZZARDO, Mara Denize. **Fluência Tecnológico-Pedagógica (FTP) em Recursos Educacionais Abertos (REA)** [recurso eletrônico]. Santa Maria, SP: UFSM, GEPETER, 2020. Disponível em: <https://gepeter.proj.ufsm.br/pressbook/livrorea/>. Acesso em: 27 fev. 2024.

MATTAR, João. RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS. In: Litto, Fredric Michael; Mattar, João (org.). **Educação aberta online: pesquisar, remixar e compartilhar**. 1. ed. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017. cap. 1, p. 15-28.

NOGUEIRA, C. M. I. Educação Matemática Inclusiva: do que, de quem e para quem fala? In: Kallef, A. M. M. R. & Pereira, P. C. (Orgs.) **Educação Matemática: diferentes olhares e práticas**. Curitiba: Appris, 2020.

RAJAMANICKAM, Venkatesh. **Infographics Seminar Handout**. 2005. 14 p. Disponível em: https://www.schrockguide.net/uploads/3/9/2/2/392267/infographic_handout.pdf. Acesso em: 15 jul. 2024.

SALTON, Bruna Poletto; AGNOL, Anderson Dall; TURCATTI, Alissa. **Manual de acessibilidade em documentos digitais**. Bento Gonçalves, RS: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2017.

SANTANA, Bianca; ROSSINI, Carolina; PRETTO, Nelson de Luca. **Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas políticas públicas**. 1 ed. Salvador: Edufba; São Paulo: Casa da Cultura Digital, 2012.

SANTOS, J. A. L. dos; MOREIRA, G. E. (2024). Educação Matemática Inclusiva: Tecnologia Assistiva e Softwares para a Acessibilidade. **Cadernos Cajuína**, v. 9, n. 4, 2024.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, n. 12, p. 10-16, mar./abr. 2009.

SCHMITZ, Daniele dos Anjos. **Recursos Educacionais Abertos (REA) Digitais**. 2023.

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 26, n. 4, p. 733-768, out.-dez. 2020.

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio; PRAIS, Jacqueline Lidiane de Souza; VITALIANO, Celia Regina. **Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA): uma abordagem curricular inclusiva**. 1º ed. São Carlos - SP: Editora de Castro, 2022. cap. 1, p. 13-34.

Revista Interdisciplinar

SEBRIAM, Débora; GONSALES, Pedro; MARKUN, Priscila. **Como implementar uma política de Educação Aberta e de Recursos Educacionais Abertos**: guia prático para gestores. São Paulo: Cereja, 2017.

UNESCO. **Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries**. Final report. Paris, 2002. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001285/128515e.pdf>. Acesso em: 13 de jul. 2024.

UNESCO. **Ljubljana OER Action Plan**. Ljubljana, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266206>. Acesso em: 13 de jul. 2024.

VALERO SANCHO, José Luis. La infografía digital en el comienzo de una nueva manera de informar. In: Congreso De Periodismo Digital Maracay, 2004, Maracay. **Anais [...]**. Maracay, 2004. Disponível em: <https://nuevaepoca.revistalatinacs.org/index.php/revista/article/view/1225>. Acesso em: 04 jul. 2024.

W3C - World-Wide Web Consortium. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>. Acesso em: 11 abr. 2024.

W3C - World-Wide Web Consortium. **Introduction to Understanding WCAG**. [S. l.], 2024a. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/intro#understanding-the-four-principles-of-accessibility>. Acesso em: 17 abr. 2024.

W3C - World-Wide Web Consortium. **WCAG 2 Overview**. [S. l.], 2024b. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

W3C BRASIL. **Cartilha de Acessibilidade na Web - Fascículo I**. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://ceweb.br/cartilhas/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html>. Acesso em: 15 abr. 2024.

WILEY, David. The Access Compromise and the 5th R. **opencontent.org**. [S. l.], March 5, 2014. Disponível em: <https://opencontent.org/blog/archives/3221>. Acesso em: 17 jan. 2024.

WILEY, David. Open Education License Draft. **opencontent.org**. [S. l.], August 8, 2007. Disponível em: <https://opencontent.org/blog/archives/355>. Acesso em: 20 jul. 2024.

ZERBATO, Ana Paula. **Desenho universal para aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar**: potencialidades e limites de uma formação colaborativa. 2018. Tese (Doutorado em Educação Especial) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

ZERBATO, Ana Paula; MENDES, Enicéia Gonçalves. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Educação Unisinos**, [São Leopoldo - RS], v. 22, n. 2, p. 147-155, abr.-jun. 2018.