

PROJETO DE UM CURSO MOOC ACESSÍVEL PARA A FABRICAÇÃO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

The Proposal of an Accessible MOOC to Manufacture Assistive Technology: an Experience Report

Anderson Dall Agnol¹

André Peres²

Silvia de Castro Bertagnolli³

Resumo: Para que possam realizar com mais independência e autonomia as atividades cotidianas e superar barreiras, as pessoas com deficiência (PCDs) ou com outras limitações fazem uso de recursos de Tecnologia Assistiva (TA). No entanto, alguns desses recursos, embora bastante simples, apresentam um custo elevado, quando comercializados, dificultando a aquisição desses artefatos por esse público. Pensando nisso, a fabricação digital pode ser um caminho para a produção de tais recursos a custos reduzidos e, além disso, possibilita que qualquer pessoa com conhecimentos básicos na área possa criar e fabricar diferentes produtos de acordo com seus desejos e necessidades. O presente trabalho tem como foco apresentar os princípios do desenho universal e de acessibilidade digital utilizados na proposição de Curso Online Aberto e Massivo (MOOC) sobre fabricação digital destinado a pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva. A pesquisa pesquisa-ação foi executada em cinco etapas distintas: análise documental e pesquisa bibliográfica em materiais referentes às temáticas pesquisadas; seleção e confecção de materiais sobre TA e fabricação digital para montagem do curso; construção do curso MOOC no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle; realização de testes do conteúdo e do ambiente por PCDs e especialistas na área da acessibilidade (sob a orientação dos pesquisadores); geração de relatório de acessibilidade para correção de problemas com base nos testes realizados. Espera-se que o curso permita uma introdução aos conceitos da fabricação digital, e que ela possa ser identificada como uma alternativa para incentivar a fabricação de recursos de TA de baixo custo no contexto educacional.

Palavras-chave: Fabricação Digital. Formação em Tecnologia Assistiva. Projeto de Curso Acessível.

¹Mestre em Informática na Educação – Mestrado Profissional em Informática na Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre - RS / Brasil. E-mail: anderson.dallagnol@ifrs.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4394-105X>.

²Doutor em Computação. Professor do Mestrado Profissional em Informática na Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre - RS / Brasil. E-mail: andre.peres@poa.ifrs.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2510-2305>.

³Doutora em Computação. Professora do Mestrado Profissional em Informática na Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Porto Alegre - RS / Brasil. E-mail: silvia.bertagnolli@poa.ifrs.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7495-6636>.

Abstract: To carry out their daily activities with more independence and autonomy and overcome barriers, people with disabilities, or with other limitations, make use of Assistive Technology resources. However, some of these resources, although quite simple, have a high cost, making their acquisition difficult. Digital fabrication can be a way to make these resources at lower costs, as it allows anyone with basic knowledge in this area to create and manufacture different products according to their wants and needs. Thus, the present work focuses on presenting the principles of universal design and digital accessibility used in the proposition of a Massive Open Online Course (MOOC) on digital fabrication to people with disabilities and inclusive education professionals. The action research was carried out in five distinct stages: document analysis and bibliographic research in materials referring to the researched themes; selection and preparation of materials on Assistive Technology and digital fabrication for composition of the course; construction of the MOOC course on the Virtual Teaching and Learning Environment Moodle; tests by people with disabilities and specialists in the area of accessibility under the guidance of researchers; generation of an accessibility report to correct problems based on the tests performed. It is expected that the course will bring an introduction to the concepts of digital fabrication and that it can be identified as an alternative to manufacturing low-cost Assistive Technology resources in the educational context.

Keywords: Digital Manufacturing. Assistive Technology Training. Accessible Course Project.

1 Introdução

Segundo dados divulgados pelo Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), cerca de 45.6 milhões dos brasileiros (23,9%) apresentam alguma deficiência. Dentre esse total, as maiores incidências estão relacionadas à: deficiência visual (18,6%), deficiência física (7%), deficiência auditiva (5,10%), seguida pela deficiência intelectual (1,40%). Nesse contexto, as pessoas com deficiência (PCDs) são indivíduos com deficiência e que apresentam limitações físicas (plegias, paresias, ostomias, amputações, paralisia cerebral, nanismo, etc.), auditivas (leve, moderada ou severa), visuais (cegueira e baixa visão), intelectuais, múltiplas e também a surdocegueira (BRASIL, 2004). Além disso, para todos os efeitos legais, as pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) também são consideradas pessoas com deficiência (BRASIL, 2012).

Em relação ao direito à educação das pessoas com deficiência, a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) (BRASIL, 2015) menciona que a educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurando um sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida. Além disso, o documento que norteia esse processo no Brasil é a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (MEC, 2008), segundo a qual as escolas regulares com orientação inclusiva devem estar preparadas para receber a todos, independentemente de suas necessidades. Segundo essa política e, também, conforme estabelece o Decreto Nº 7.611 (BRASIL, 2011), o Atendimento Educacional Especializado (AEE) é realizado como complemento ao ensino regular, preferencialmente em turno inverso, fazendo parte da proposta pedagógica da instituição. Tal serviço tem como principal função identificar, elaborar e organizar recursos pedagógicos e de acessibilidade que eliminem as barreiras para a plena participação dos estudantes, considerando suas necessidades específicas. Esses recursos caracterizados como recursos de Tecnologia Assistiva (TA), auxiliam na eliminação de barreiras, na construção de espaços mais justos e na garantia de sistemas educacionais mais inclusivos, proporcionando às PCDs maior autonomia, qualidade de vida e inclusão social.

Segundo Sonza *et al.* (2013), como alguns recursos de TA ainda apresentam custos elevados quando comercializados, surge o ramo da Tecnologia Assistiva de Baixo Custo (TABC) ou tecnologia social assistiva. A TABC é todo recurso desenvolvido e/ou adaptado a baixo custo para promover autonomia às pessoas com deficiência ou limitação em particular (ITS, 2007). Portanto, é preciso buscar processos e ferramentas que permitam desenvolver e adaptar esses artefatos a custos mais baixos. Nesse contexto, os processos de fabricação digital ou prototipagem rápida podem ajudar na fabricação de recursos de TA de baixo custo, uma vez que contemplam uma série de recursos tecnológicos que envolvem a produção e adaptação de objetos físicos através de modelos computacionais (ALVARADO *et al.*, 2009).

Assim, acredita-se que tão importante quanto fabricar artefatos de TA de baixo custo por meio da prototipagem rápida é ensinar as possibilidades advindas da fabricação digital. Para abordar o assunto de modo a prover a aprendizagem, nada mais oportuno que utilizar o meio digital como ferramenta para o ensino e aprendizagem. Conforme argumentam Salton, Dall Agnol e Turcati (2017) os conteúdos disponíveis em formato digital são mais flexíveis e, quando desenvolvidos respeitando padrões de acessibilidade e princípios do desenho universal, apresentam menos barreiras e, conseqüentemente, proporcionam maior interação com recursos de TA. Como o meio digital é um dos mais utilizados o foco deste artigo consiste em descrever as etapas de pesquisa usadas para elaborar um Curso Online Aberto e Massivo (MOOC - *Massive Open Online Course*) sobre fabricação digital, o qual fundamentou-se nos princípios do desenho universal e da acessibilidade digital. Pensar em desenho universal e acessibilidade digital na confecção do curso significa permitir que todos possam acessar, navegar, compreender, interagir e contribuir com o meio digital, permitindo o acesso de todos, inclusive de usuários que fazem uso de recursos de TA (W3C BRASIL, 2013).

Para a elaboração do curso foi utilizado o método científico ancorado na pesquisa-ação, executada em cinco etapas distintas: análise documental e pesquisa bibliográfica em materiais referentes às temáticas pesquisadas; seleção e confecção de materiais sobre Tecnologia Assistiva e fabricação digital para montagem do curso; construção do curso MOOC no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle; realização de testes do conteúdo e do ambiente por pessoas com deficiência e especialistas na área da acessibilidade sob a orientação dos pesquisadores; geração de um relatório de acessibilidade para correção de problemas com base nos testes realizados. A definição dessas etapas teve como base os trabalhos de Wagner (2017) e da *World Wide Web Consortium*(W3C) (W3C BRASIL, 2020).

O curso MOOC, resultante dessa pesquisa, foi estruturado em cinco unidades de aprendizagem distintas, sendo elas: conhecendo a fabricação digital; espaços e ferramentas de fabricação digital; Tecnologia Assistiva; possibilidades para a fabricação de TA de baixo custo na educação; e, para além da fabricação de recursos de TA. Ele foi avaliado por pessoas com deficiência e especialistas na área da acessibilidade, sendo que a seção 5 relata os resultados obtidos com esse processo. Observa-se que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), sob o parecer nº 3.165.541, e que os resultados aqui descritos compreendem um recorte de parte dos resultados obtidos na dissertação intitulada “Promovendo a Inclusão de Pessoas com deficiência no movimento *maker*: Um curso MOOC Acessível para a Fabricação de Tecnologia Assistiva”, desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Informática na Educação do IFRS, campus Porto Alegre.

O curso foi planejado para abranger o maior número possível de estudantes, não apresentando barreiras de acesso para eles. Os processos de escolha do AVA Moodle, de organização da sala virtual e de seleção e confecção dos materiais didáticos (textos, imagens, vídeos e atividades) levaram em consideração boas práticas de acessibilidade digital,

estabelecidas pelas Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo *Web* (WCAG) 2.1 (W3C, 2018), pelo Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG 3.1) (BRASIL, 2014), entre outras pesquisas. Logo, diversas recomendações contidas nesses documentos foram aplicadas ao curso em um contexto de Educação a Distância (EaD).

O artigo prossegue organizado em seis seções, as quais descrevem: a seção 2 conceitua e caracteriza os cursos MOOC e sua relação com as tecnologias computacionais; na seção 3 é abordada a definição de acessibilidade digital e sua relação com a Educação a Distância (EaD); a seção 4, explica o percurso metodológico da pesquisa; a seção 5 descreve as percepções dos participantes do estudo que testaram o curso; e, por fim, a seção 6 apresenta os considerações finais sobre o desenvolvimento da pesquisa realizada.

2 Cursos MOOC e as Tecnologias Computacionais

O termo MOOC foi utilizado pela primeira vez em 2007, na Universidade de Manitoba (Canadá), e o termo caracteriza um tipo de curso aberto ofertado por meio de ambientes virtuais de aprendizagem, ferramentas da *Web* ou redes sociais que visam oferecer para um grande número de alunos a oportunidade de ampliar seus conhecimentos dentro de um processo colaborativo. Yuan e Powell (2013) expõe que:

a essência dos MOOC é o espírito da colaboração: além de utilizar conteúdo já disponível gratuitamente na web, boa parte é produzida, remixada e compartilhada por seus participantes durante o próprio curso, em posts, blogs ou fóruns de discussão, recursos visuais, áudios e vídeos, dentre outros formatos (YUAN; POWELL, 2013, p. 5).

Assim, os MOOCs são cursos mais dinâmicos, de curta duração, entre 30 a 200 horas, que são destinados a pessoas que desejam saber um pouco mais sobre um determinado assunto, porém não possuem uma formação completa e detalhada sobre um tema específico. Segundo Butcher (2014), esses cursos se diferenciam dos demais cursos EaD, pois apresentam acesso aberto e maior escalabilidade. O acesso aberto se refere à possibilidade de qualquer pessoa se inscrever e realizar o curso de maneira gratuita, enquanto a escalabilidade refere-se ao fato de o curso ser projetado para suportar um número elevado de participantes. O mesmo autor ressalta que, embora os MOOCs sejam abertos a todos e tenham maior escalabilidade, é preciso que os participantes apresentem um nível de conhecimento básico de informática e que o ambiente escolhido, para hospedar o curso, suporte muitos usuários. Ainda, sobre o acesso aberto e a escalabilidade, Wagner, Piovesan e Passerino (2019) esclarecem e complementam que os estudantes deverão possuir conhecimentos mínimos de informática (letramento digital), e que eles devem ter acesso às tecnologias digitais necessárias para realizar o curso, como por exemplo, computadores, internet, e *softwares* específicos. Além disso, os autores argumentam que as instituições devem prever no desenho do curso, os conteúdos e o sistema de hospedagem para garantir o aumento crescente de participantes.

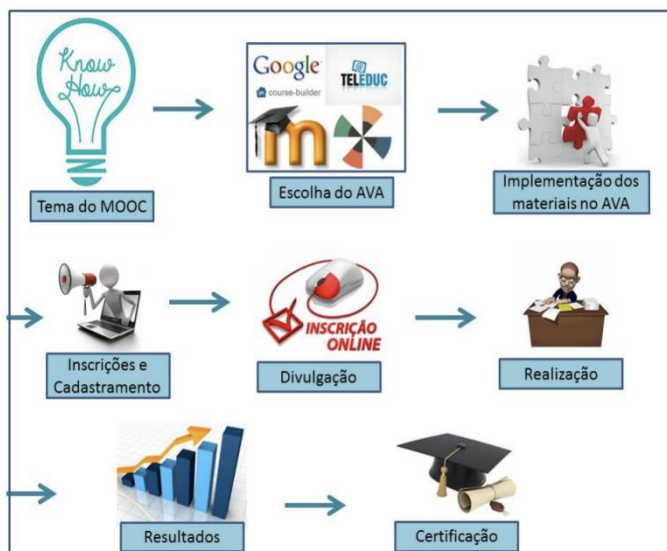
Anderson (2013) ainda complementa essas características quando coloca que os cursos MOOC apresentam outros aspectos, como a abertura geográfica de conhecimentos, a liberdade de expressão e construção do conhecimento coletivo pelos estudantes, a sua gratuidade, a inexistência de pré-requisitos, a liberdade sobre conceitos e, principalmente, sobre o ritmo da aprendizagem individual. Portanto, um MOOC é um curso online (que pode utilizar diferentes plataformas), aberto (gratuito, sem pré-requisitos para participação e que

utiliza recursos educacionais abertos) e massivo (oferecido para muitos alunos) que podem aprender conforme seu ritmo.

O conceito de curso MOOC pode ser desmembrado em partes para que seja possível observar alguns pontos importantes. O primeiro deles é o fato de um MOOC ser um curso online, ou seja, ter nas diferentes plataformas e tecnologias computacionais o suporte necessário para que possa existir. Nesse contexto, segundo a abordagem construcionista de Papert (2008), os dispositivos computacionais (computador, *tablet*, *notebook*, celulares, dentre outros) tornam-se meios para que o sujeito busque, aprenda e construa seu próprio conhecimento. Papert (2008) ainda complementa que é por intermédio dos meios computacionais que os indivíduos constroem objetos de interesse (desenhos, textos, vídeos, programas computacionais e outros artefatos) e também desenvolvem habilidades como criatividade, colaboração, senso crítico, reflexão, iniciativa, dentre outros.

Observa-se que as tecnologias computacionais estão presentes ao longo de todo o processo de desenvolvimento de um MOOC. Segundo Wagner (2017), as etapas de construção de um curso MOOC compreendem (Figura 1): a escolha do tema, conforme os conhecimentos e a capacidade de confecção de material instrucional pela equipe do curso; a definição do AVA a ser utilizado, através da escolha do ambiente de acordo com o objetivo das atividades e sua integração com outras ferramentas; a implementação dos materiais instrucionais no AVA, ou seja, o material é incorporado ao ambiente conforme o desenho do curso; a divulgação do curso em diferentes canais e mídias, tais como redes sociais, e-mail, sites e blogs específicos, dentre outros; a inscrição e o cadastramento, utilizando-se formulário de inscrição online e cadastramento dos inscritos no AVA; a realização do curso, seguindo um cronograma predefinido; a avaliação do curso, sempre que o curso é concluído por cada participante; e, por fim, a certificação dos estudantes.

Figura 1 – Processo de desenvolvimento de um MOOC



Fonte: Wagner (2017).

Como segunda característica, os cursos MOOC são abertos, gratuitos, sem pré-requisitos e utilizam recursos educacionais livres que estão em formatos digitais variados (texto, áudio, imagens, vídeos, questionários, entre outros). Logo, os aparatos computacionais tornam-se indispensáveis, uma vez que tais conteúdos são construídos, disponibilizados, compartilhados e reutilizados através de recursos computacionais.

Como terceiro e último ponto, os cursos MOOC são massivos (escaláveis), o que significa dizer que podem receber um grande número de estudantes inscritos com os mais variados perfis. Pensando em abranger o maior número possível de estudantes, esses cursos e seus conteúdos necessitam ser construídos seguindo os princípios de acessibilidade digital e desenho universal, proporcionando a todos os estudantes, inclusive aqueles que têm deficiência e utilizam recursos de TA, uma experiência propícia para a aprendizagem.

3 Acessibilidade Digital na EaD

A modalidade EaD (Educação a Distância), embora bastante utilizada por pessoas com deficiência, ainda apresenta inúmeras barreiras de acessibilidade que dificultam ou até impossibilitam o acesso desse público a conteúdos e informações. Segundo Salton, Dall Agnol e Turcati (2017), são alguns exemplos de barreiras encontradas pela pessoa com deficiência no acesso ao conteúdo digital: o uso de imagens sem descrição; conteúdos que não podem ser acessados via teclado; *links* com descrições inadequadas; emprego inadequado das cores, tipos de fontes e outros elementos visuais; uso de características sensoriais (cor, forma, posicionamento, etc.) como único meio de transmitir as informações; conteúdos que não podem ser redimensionados; conteúdos sem uma linguagem clara e simples; atividades com limite de tempo; formulários sem etiquetas associadas aos seus devidos campos; conteúdos em áudio que não apresentam alternativa em texto (transcrição textual); vídeos que não possuem transcrição textual, legenda, audiodescrição e alternativa em Libras (Língua Brasileira de Sinais).

Segundo Bersch (2017), os recursos de Tecnologia Assistiva de acesso ao computador englobam um conjunto de *hardwares* e *softwares* projetados especificamente para tornar o computador acessível aos usuários que apresentem privações sensoriais (visuais e auditivas), intelectuais e, podem ajudar a transpor barreiras no meio digital. Alguns exemplos desses recursos são: os leitores de tela utilizados por pessoas cegas para transformar texto em voz; ampliadores de texto e imagem utilizados por pessoas com baixa visão para ampliar conteúdos; uso de extensões de navegador por usuários idosos, com baixa visão, daltonismo ou dislexia para mudar o esquema de cores o tipo e espaçamento de fonte facilitando a exibição de conteúdos; a utilização de aplicativos por pessoas com deficiência auditiva para interpretação de texto para Libras, dentre diversos outros recursos. No entanto, somente o uso de recursos de TA não é suficiente para garantir o acesso das pessoas com deficiência ao meio digital, devendo existir cuidados com a acessibilidade das plataformas e dos conteúdos.

Nesse contexto, de modo a remover as barreiras existentes no meio digital e consequentemente em AVAs, deve existir a preocupação com as particularidades de cada usuário, como também um cuidado com o conteúdo que os professores irão produzir e compartilham nesses espaços de múltiplas formas (texto e audiovisual), precisando haver uma cultura de acessibilidade. Portanto, em meios digitais, principalmente, pensar em acessibilidade significa que os sites, portais, sistemas, perfis, páginas e conteúdos compartilhados na *web* sejam projetados de modo que todas as pessoas possam perceber, entender, navegar e interagir de maneira efetiva com as páginas, independentemente de qualquer limitação, seja ela física, cognitiva, sensorial ou tecnológica (W3C BRASIL, 2013). Assim, é preciso garantir a acessibilidade no meio digital, pois, de acordo com o Art. 63 da LBI:

É obrigatória a acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no País ou por órgãos de governo, para uso da pessoa com deficiência, garantindo-lhe acesso às informações disponíveis, conforme as



melhores práticas e diretrizes de acessibilidade adotadas internacionalmente. (BRASIL, 2015, p. 14).

O trecho contempla a acessibilidade no contexto da EaD quando menciona que empresas, com sede ou representação comercial no País, ou órgãos governamentais devem assegurar tal direito, o que inclui também as instituições de ensino públicas e privadas que ofertam cursos e componentes curriculares nessa modalidade. Sobre a acessibilidade no contexto da EaD, fica ainda mais claro que ela é um direito a ser assegurado, pois, segundo o Art. 2º do Decreto nº 9.057, “A educação básica e a educação superior poderão ser ofertadas na modalidade a distância nos termos deste Decreto, observadas as condições de acessibilidade que devem ser asseguradas nos espaços e meios utilizados” (BRASIL, 2017, p. 01).

Existem documentos que norteiam a implementação da acessibilidade em sites, portais sistemas, aplicativos e documentos *web*, auxiliando desenvolvedores, *webdesigners*, *designers* instrucionais e profissionais da área na construção de aplicações *web* mais acessíveis. Em âmbito internacional, o *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), atualmente em sua versão 2.1, estabelece um conjunto de diretrizes, critérios de sucesso e técnicas divididas em quatro princípios (perceptível, operável, compreensível e robusto), que explicam como tornar o conteúdo *web* mais acessível, a todos (W3C, 2018). Em âmbito nacional, o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG), atualmente em sua versão 3.1, apresenta um conjunto de recomendações a serem consideradas para que o processo de acessibilidade em sites, portais e sistemas ocorra de maneira padronizada e de fácil implementação (BRASIL, 2014).

Segundo a Cartilha de Acessibilidade na *Web*- Fascículo IV (W3C BRASIL, 2020), o desenvolvimento de um projeto *web* acessível, que pode ser inclusive um curso EaD, envolve 7 passos (Figura 2): sensibilização e capacitação da equipe, que precisa entender a importância e o significado do que está fazendo; a criação do projeto, que abrange planejar e implementar gradativamente a acessibilidade em cada pequena parte do artefato; desenvolver o projeto, considerando todos os seus requisitos, especificidades dos usuários e respeito às diretrizes de acessibilidade na *web*; tornar o conteúdo acessível, garantindo que as informações (em seus variados formatos), a navegação e as funcionalidades do produto possam ser acessadas compreendidas e utilizadas por todos; validar a acessibilidade do conteúdo, aplicando ferramentas automáticas e, principalmente garantir a validação de pessoas com deficiência e especialistas na área; divulgar o resultado final que está acessível para que todos possam ter acesso e; por fim, garantir que mesmo após lançado o produto continue acessível, havendo cuidados contínuos com conteúdos inseridos e com as alterações que podem ser realizadas, já que acessibilidade é um processo contínuo.

Figura 2 – Etapas para desenvolver projetos acessíveis



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020 com base em W3C Brasil (2020).

Com base nesses documentos, Salton, Dall Agnol e Turcatti (2017) apontam que um site, portal, sistema, AVA ou documento digital concebido com acessibilidade deve possibilitar acesso, utilização e compreensão facilitada para o maior número possível de pessoas. Os mesmos autores citam como boas práticas para agregar acessibilidade a um artefato digital: oferecer descrição para as imagens que transmitem conteúdo, disponibilizar meios que facilitem a navegação pelo teclado, utilizar cores com uma boa relação de contraste; dar preferência a fontes sem serifa (mais limpas), utilizar linguagem simples e clara, utilizar cada elemento para o seu propósito (itens de lista para listas, estilos de título para títulos, tabelas para dados tabulares, etc.), oferecer alternativas para áudio e vídeo (legenda, transcrição textual, Libras, etc.). Portanto, artefatos com um bom nível de acessibilidade são melhores para todos, inclusive para pessoas com deficiência, já que facilitam o acesso, a compreensão e a interação por diferentes perfis de usuários.

4 Percurso Metodológico

A presente pesquisa foi realizada utilizando-se o método de pesquisa-ação, o qual propõe que o pesquisador adote uma abordagem colaborativa e interativa, visando, juntamente com os participantes, a transformação de suas práticas e a compreensão de situações da vida e do trabalho. No caso deste trabalho a pesquisa-ação apresenta teve um duplo objetivo: promover a ampliação do conhecimento científico; e favorecer uma melhoria para um problema real que ocorre no ambiente particular onde a pesquisa é realizada (THIOLLENT, 2011).

Conforme já mencionado, a presente pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas distintas: análise documental e pesquisa bibliográfica, que forneceram os subsídios teóricos para o desenvolvimento do trabalho; identificação, seleção e confecção de materiais instrucionais introdutórios sobre fabricação digital e TA; definição e organização da sala de aula no AVA Moodle; coleta dos dados, através da testagem do curso com participantes selecionados; análise dos dados com a produção de um relatório de acessibilidade do curso para a visualização dos problemas e documentação das soluções adotadas para correção. Esse percurso foi definido com base no trabalho de Wagner (2017) e do W3C (2020) que sugerem

etapas para a confecção de cursos MOOC e de projetos *web* acessíveis, como já apresentado previamente.

4.1 Análise Documental e Pesquisa Bibliográfica

Delimitou-se como primeira etapa da presente pesquisa a análise documental de diversos documentos normativos e uma pesquisa bibliográfica utilizando autores que abordam as temáticas relacionadas à pesquisa, pois para o desenvolvimento do trabalho foi essencial conhecer a legislação pertinente e vigente, regulamentações conexas e outros trabalhos que abordam o tema aqui pesquisado.

Para falar sobre Tecnologia Assistiva, foram consultadas a Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015), materiais de autores como Bersch (2017), Sonza *et al.* (2013), Galvão Filho (2009), dentre outros. Para conferir acessibilidade e seguir os princípios do desenho universal na confecção e seleção de materiais, como também na montagem da sala virtual, foi estudado o WCAG, em sua versão 2.1 (W3C, 2018), o modelo de acessibilidade em governo eletrônico (BRASIL, 2014), o trabalho de Salton, Dall Agnol e Turcatti (2017) e os estudos sobre desenho universal (CUD, 2015). Considerando-se as questões relacionadas com a fabricação digital, alguns autores e materiais foram pesquisados: Gershenfeld (2008), Papert (2008), Hatch (2013), Anderson (2013), o site da *Fab Foundation* (2019), a revista *Make Magazine*, dentre outros. Destaca-se que, os materiais disponibilizados no curso fundamentaram-se nas referências citadas previamente.

4.2 Identificação, seleção e confecção de materiais instrucionais

Essa etapa englobou três procedimentos e consistiu na identificação de materiais existentes, análise e seleção dos modelos identificados e confecção de outros materiais instrucionais para o curso. O procedimento de identificação, consistiu na busca de materiais na *web* sobre fabricação digital, TA e TABC. A busca foi efetuada em diferentes fontes, como, por exemplo, plataformas de vídeo, repositórios, *sites* e portais especializados sobre esses assuntos a fim de identificar quais materiais já existem sobre cada temática, quais eram gratuitos e reutilizáveis. Durante a seleção dos materiais foi utilizada a teoria estabelecida no modelo ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation e Evaluation*) (FILATRO, 2008), usando a fase de análise do modelo foi possível identificar as necessidades educacionais dos PCDs para propor/adaptar os materiais instrucionais.

O processo de análise e seleção dos materiais identificados, consistiu em uma análise inicial do que foi encontrado para agrupá-los em algumas categorias gerais, tais como: “Conceitos e definições”, “Classificações”, “Exemplos”, “Relações com o contexto educacional”, dentre outras categorias que auxiliaram, posteriormente, o projeto do curso. Com a categorização elaborada, foi realizado um exame mais detalhado nos materiais com o propósito de selecionar quais já podiam ser utilizados no curso. Nessa análise mais profunda levou-se em consideração aspectos como: o conteúdo abordado; o objetivo do material; a linguagem utilizada; se o formato é adequado para a EaD; se o material contempla diretrizes de acessibilidade, dentre outros critérios.

Em situações em que os materiais identificados não atenderam as especificidades do curso, foi necessária a confecção ou adaptação desses conteúdos. Nesse caso, os materiais encontrados, porém não selecionados, serviram como fonte de informações para a construção de novos elementos. Assim, foram exemplos desse procedimento: a compilação ou ampliação de conceitos, a construção de esquemas explicativos, as alterações da linguagem e formato a serem condizentes com a modalidade EaD, a reconstrução de materiais em formatos para contemplar a acessibilidade.

4.3 Definição e organização do Curso MOOC no AVA

Essa etapa da pesquisa iniciou com a busca de uma versão do AVA Moodle que apresentasse um bom nível de acessibilidade para hospedar o curso MOOC. Cabe esclarecer que o Moodle foi escolhido como AVA por ser amplamente utilizado no IFRS e, principalmente, porque apresenta um bom nível de acessibilidade. Nesse sentido, com base em testes de acessibilidade realizados pelo pesquisador, que tem baixa visão e utiliza leitores de tela, ampliadores de tela e ferramentas de contraste, o Moodle do IFRS foi escolhido por já ter implementado práticas de acessibilidade digital e consequentemente possuir um número reduzido de barreiras de acesso. Dentre os pontos que se destacam, o Moodle selecionado já apresenta âncoras para saltar a blocos específicos de informação (menu, conteúdo e rodapé), descrições para as imagens e *links*, relações de contrastes e uma divisão lógica dos blocos de informação.

Como próximo passo da pesquisa, foi iniciado o planejamento das unidades e conteúdos a serem abordados no curso, conforme estabelecem as fases de projeto e de desenvolvimento do modelo ADDIE. A partir do planejamento e desenho do curso, os materiais identificados, selecionados e confeccionados puderam ser organizados no AVA. A disposição dos materiais iniciou por conteúdos introdutórios, os quais têm o objetivo de nivelar e situar o participante, como, por exemplo, o que é a fabricação digital, até tópicos mais específicos, como, por exemplo, as possibilidades de fabricação digital de recursos de TA de baixo custo. Ainda sobre o conteúdo, ele foi distribuído de maneira sequencial, ou seja, recomenda-se que o aluno matriculado siga a ordem fornecida, mas isso não é uma regra, podendo o estudante alterar o seu percurso de aprendizagem, já que os materiais estão todos visíveis. De maneira a facilitar a visualização de todo o curso, o Quadro 1 apresenta os objetivos de aprendizagem e o conteúdo de cada unidade de aprendizagem do curso.

Quadro 1 – Estrutura do Curso MOOC

Unidade	Objetivos de aprendizagem	Conteúdos
Conhecendo o que é movimentomaker e fabricação digital	Introduzir os conceitos e fundamentos do movimento maker e da fabricação digital	O que é movimento <i>maker</i> e fabricação digital Histórico do movimento <i>maker</i> e da fabricação digital Teóricos do movimento <i>maker</i> Movimento <i>maker</i> e fabricação digital na educação Atividade de avaliação 1
Espaços <i>makers</i> e equipamentos de fabricação digital	Apresentar quais são os espaços <i>makers</i> e equipamentos de fabricação digital	O que são espaços <i>makers</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Hackerspaces</i> e <i>makerspaces</i> ○ <i>Fablabs</i> ○ Exemplos de espaços <i>makers</i> na educação ○ Equipamentos de fabricação digital ○ Impressoras 3D ○ Cortadora a laser ○ <i>Router</i> e outros equipamentos Atividade de avaliação 2
Tecnologia Assistiva (TA)	Apresentar o que é TA e TA de Baixo Custo e como elas são importantes na vida de PCDs	O que é Tecnologia Assistiva (TA) Classificação da TA <ul style="list-style-type: none"> ○ Recursos e serviços de TA ○ Recursos de TA na educação ○ Exemplos de recursos de TA na educação Tecnologia Assistiva de Baixo Custo Atividade de avaliação 3

Tecnologia Assistiva (TA)	Apresentar a fabricação digital como uma alternativa para fabricar recursos de TA de baixo custo na educação, envolvendo as PCDs	<p>Acessibilidade e inclusão nos espaços <i>makers</i></p> <p>A fabricação digital como uma proposta para produzir/adaptar TA</p> <p>Considerações para a fabricação/adaptação de recursos de TA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Identificação da necessidade de recurso/adaptação de TA ○ Busca de soluções em TA ○ Teste e avaliação do recurso de TA fabricado/adaptado <p>Exemplos de recursos de TA fabricados na educação</p> <p>Atividade de avaliação 4</p>
Para além do processo de fabricação de recursos de TA	Apresentar projetos e eventos que buscam soluções em TA para além do processo de fabricação digital	<p>O projeto de Centro de Referência em Tecnologia Assistiva (CRTA) do IFRS</p> <p>I Desafio Criativo do IFRS</p> <p>Eventos sobre fabricação digital de TA</p> <p>Relatos sobre fabricação digital de TA</p> <p>Atividade de avaliação final do curso.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Também foi nessa etapa que foram definidos quais os recursos tecnológicos que seriam utilizados em cada unidade, sendo empregadas várias ferramentas disponibilizadas no próprio Moodle, como páginas *web*, fóruns, *chats*, questionários, dentre outros instrumentos disponíveis no ambiente. A organização da sala virtual considerou as diretrizes de acessibilidade e desenho universal, visto que o público-alvo do curso contemplará pessoas com deficiência. Algumas das práticas de acessibilidade empregadas, que propiciaram o projeto do curso MOOC acessível, encontram-se descritas abaixo:

- a) escolher uma versão do Moodle que possuísse âncoras para saltar a blocos específicos do conteúdo, como, por exemplo, “Pular para o conteúdo”, “Pular bloco informações do curso”, “Pular bloco Equipe”, dentre outras;
- b) assegurar que o ambiente e a sala virtual apresentem uma divisão lógica das áreas de informação (blocos). Essa organização possibilita que os usuários, principalmente aqueles que utilizam leitores de tela, se familiarizem com a estrutura do ambiente e possam entender a disposição do conteúdo nas páginas;
- c) organizar o curso em unidades de aprendizagem que devem ser identificadas por rótulos ou etiquetas;
- d) descrever os recursos contidos em cada unidade. A descrição deve ser clara, objetiva e ao mesmo tempo informativa, garantindo o reconhecimento rápido do tipo de material pelos usuários (orientações, conteúdos, tarefas e atividades etc.);
- e) utilizar e marcar corretamente os estilos (Título 1, Título 2, Título 3, etc.) em páginas de conteúdo (páginas *web*). Essa marcação garante a organização hierárquica das informações, assegurando que usuários de leitores de tela entendam a organização dos conteúdos, já que marcações visuais (cores, tamanhos, posicionamentos e realces) não são interpretadas por essa tecnologia. Quando corretamente empregadas, essas marcações permitem ao usuário de leitor de tela navegar rapidamente entre as diferentes seções de uma página;
- f) descrever todas as imagens que transmitem conteúdo. Esse equivalente textual garante que usuários de leitores de tela ou pessoas que possuam uma conexão lenta com a internet possam ter acesso ao conteúdo da imagem mesmo que não possam enxergá-la. No caso de imagens mais complexas, como gráficos, infográficos, imagens de equipamentos, dentre outros, além da legenda ou texto “alt” foi disponibilizada

- também uma descrição detalhada para esses elementos, situando-a no contexto do conteúdo;
- g) descrever adequadamente os *links*, informando claramente seu objetivo e destino. Nesta situação, os elementos clicáveis devem fazer sentido mesmo quando lidos fora do contexto da página, ou seja, devem ser compreendidos pelos usuários quando eles estiverem navegando através da tecla “Tab”, como ocorre com usuários de leitor de tela. Logo, foram evitadas descrições com a URL (*Uniform Resource Locator* - Localizador Uniforme de Recursos) ou expressões do tipo “clique aqui”, “leia mais” ou “saiba mais”;
 - h) fornecer um sumário de *hiperlinks* para conteúdos muito extensos. Esse mecanismo garante que todos os estudantes, não importando a Tecnologia Assistiva usada, encontrem mais facilmente o que procuram. Os estudantes podem “saltar” rapidamente para a seção desejada sem a necessidade de passar por todas as partes ou ter que rolar a página;
 - i) oferecer alternativa para conteúdo multimídia (áudio e vídeo), como: transcrição textual, legendas do Youtube e janela de interpretação em Libras;
 - j) oferecer fontes sem serifa, as quais são fontes sem prolongamentos ou pequenos traços que ocorrem no fim das hastes dos caracteres, como, por exemplo, Arial, Verdana ou Helvética;
 - k) evitar texto cursivo, todo em maiúsculo, todo em negrito ou em itálico;
 - l) oferecer uma boa relação de contraste entre plano de fundo e primeiro plano, utilizando fontes escuras em fundos claros ou fundos escuros e fontes claras;
 - m) aplicar a cada elemento o seu devido propósito, por exemplo, itens de lista para lista, uso de estilos para títulos, parágrafos, citações, dentre outros.

Além de todas essas práticas, uma estratégia utilizada com o intuito de melhorar o curso e diminuir possíveis barreiras de acessibilidade, consiste na inclusão no início da sala virtual de uma página com informações sobre o curso. Essa página inclui explicações sobre acessibilidade e dados de contato da equipe da pesquisa, para que os cursistas possam fazer sugestões, relatar dificuldades e enviar dúvidas sobre os materiais do curso.

Observa-se que a etapa de implementação (como define o modelo ADDIE) ocorre quando os conteúdos já estão publicados e os alunos estão interagindo com ele. Através dessas interações foi possível identificar adequações necessárias nos materiais produzidos. Já a etapa de avaliação ocorreu em dois momentos: o primeiro através de questionários que permitiram identificar se os objetivos de aprendizagem foram ou não atingidos; e o segundo, possibilitou identificar barreiras de acessibilidade com base em diferentes tipos de deficiências.

4.4 Validação do curso

De modo a validar as proposições realizadas no curso inicialmente foi planejada uma turma piloto para testar o curso. Esse teste foi realizado por seis pessoas com deficiência (estudantes e servidores) e dois especialistas da área da acessibilidade, sendo ambos os grupos compostos por indivíduos maiores de idade. A decisão de ouvir as pessoas com deficiência foi alicerçada na importância de dar voz a essas pessoas e escutar o que elas têm a dizer, tornando-as participantes ativos no desenvolvimento de iniciativas, políticas e artefatos acessíveis destinados a esse grupo. Já a decisão de ouvir os especialistas em acessibilidade foi tomada com base nas possibilidades de ter acesso a conhecimentos específicos de profissionais na área com o intuito de melhorar o produto e identificar como corrigir possíveis problemas existentes no curso.

O grupo das pessoas com deficiência foi composto por uma pessoa com deficiência visual cegueira, uma pessoa com deficiência visual baixa visão, uma pessoa com deficiência auditiva (surdez), uma pessoa com Transtorno do Espectro Autista leve. Nesse ponto, cabe esclarecer que ao longo da pesquisa, embora houvesse a pretensão, não foi possível conduzir a entrevista com o estudante com deficiência intelectual e não foi encontrado um usuário com deficiência físico-motora. Além disso, esse grupo foi organizado de maneira a tentar abranger pelo menos um indivíduo de cada deficiência, conforme os tipos de deficiência referenciados na legislação brasileira. O grupo de pessoas com deficiência possibilitou contemplar diferentes perfis de usuários e permitiu identificar barreiras de acessibilidade com base em diferentes perspectivas e trajetórias educacionais. Já o grupo de especialistas foi composto por duas pessoas com conhecimentos técnicos na área da acessibilidade digital e Tecnologia Assistiva, sendo que elas compõem a equipe do Centro de Tecnologia Assistiva (CTA) do IFRS.

Para a condução da pesquisa foram realizadas entrevistas com os participantes, sendo que elas foram compostas por quatro partes: Parte I - Explicações sobre a pesquisa, Parte II - Caracterização do participante pesquisado, Parte III - Testes das páginas selecionadas e Parte IV - Perguntas finais. Destas partes, a que possui relação com o foco do presente artigo é a última. Essa parte da entrevista englobou questões de caráter mais opinativo, onde cada participante pode expressar suas percepções sobre o nível geral de acessibilidade do curso, se o conteúdo das páginas testadas estava compreensível, se o conteúdo era ou não relevante. Essas percepções individuais foram muito importantes para as reflexões que serão apresentadas na próxima seção.

5 Percepções dos Participantes

Durante a Parte III da entrevista, os sujeitos realizaram testes de acessibilidade no formulário de cadastro do Moodle, na sala virtual do curso e em algumas páginas de conteúdo. Durante esse procedimento, os participantes foram questionados e incentivados a relatar problemas e erros existentes no curso desenvolvido. Percebeu-se que mesmo existindo algumas barreiras que podem dificultar o acesso das pessoas com deficiência ao ambiente e ao curso, todos os participantes mencionaram que conseguiram se cadastrar na plataforma, enviar o formulário de cadastro e acessar a sala virtual do curso sem grandes dificuldades. Em relação ao formulário de cadastro no Moodle, foram sugeridas algumas melhorias:

- a) informar com mais clareza quais campos são de preenchimento obrigatório;
- b) tornar o foco do teclado visualmente evidente, facilitando o preenchimento de campos por usuários com baixa visão;
- c) oferecer instruções (dicas) para evitar erros em campos mais complexos, como “Senha”, CPF”, “Renda”, facilitando a compreensão de todos, inclusive de usuários surdos, com TEA, ou outras dificuldades de interpretação;
- d) aumentar o espaçamento do texto e verificar o emprego das cores, melhorando a sinalização do formulário para a comunidade surda.

A correção dos itens acima facilita o ingresso de todos os públicos no Moodle, garantindo que qualquer estudante possa acessar os cursos MOOC ofertados pela instituição. Os problemas pontuados serão repassados ao setor responsável por esse aprimoramento para análises e ajustes do sistema. Observa-se que, o foco era validar o curso e obter as percepções dos estudantes, mas com o andamento da pesquisa esse problema, que é relacionado ao AVA

da instituição, foi detectado e as correções apontadas devem ser incorporadas, visando viabilizar o acesso a todos os usuários do ambiente.

Em relação à sala de aula virtual do curso, os participantes mencionaram que, embora existam pequenas mudanças para realizar, houve facilidade em acessar o espaço, navegar pelo ambiente, encontrar conteúdos e, principalmente, entender a estrutura proposta no curso. As principais mudanças sugeridas para esse espaço incluem:

- a) substituir a palavra “Módulo” por “Unidade” no vídeo de “Apresentação do Curso”, garantindo a padronização no uso das expressões;
- b) alterar a descrição do *link* no vídeo de “Apresentação do curso” para “Vídeo de Apresentação do curso”, assegurando a compreensão por usuários de leitores de tela;
- c) modificar o esquema de cores (verde e vermelho) empregado no recurso “Acompanhe seu progresso” por cores ou ícones que possam ser diferenciados por usuários daltônicos;
- d) implementar nas páginas internas um *link* “Voltar para a sala virtual”, garantindo o retorno rápido para a página inicial do curso;
- e) identificar visualmente no menu do sistema quais opções são relacionadas ao ambiente e quais se relacionam com o curso.

O mesmo resultado se aplica às páginas de conteúdo testadas, que não apresentaram barreiras significativas no acesso dos cursistas. Mesmo sem grandes dificuldades, os participantes sugeriram:

- a) substituir as legendas do Youtube, atualmente fornecidas nos vídeos, por uma legenda aberta (embutida), garantindo que esse recurso já esteja visível sem a necessidade de o usuário ter que ativá-la;
- b) exibir a transcrição textual dos vídeos, que atualmente abrem em documentos externos em páginas do próprio Moodle, facilitando a navegação de usuários de leitores de tela;
- c) alterar a descrição de alguns *links*, substituindo a descrição no formato de citação (GALVÃO FILHO, 2009) pelo título do material, garantindo que façam sentido para usuários de leitores de tela, quando lidos fora do contexto da página (por exemplo, “A Tecnologia Assistiva: De que se trata?”).
- d) detalhar as instruções para realização da atividade “Teste seus conhecimentos 1”, garantindo a compreensão de todos os participantes, principalmente de estudantes surdos, com TEA ou com outras dificuldades de interpretação ou memória. Cabe esclarecer que essa atividade foi incluída no curso proposto com o intuito de testar os conhecimentos obtidos pelos estudantes após o acesso ao material didático.

No que se refere às alterações sugeridas na sala virtual e nos conteúdos, algumas delas já foram realizadas, enquanto outras encontram-se em processo de correção, já que necessitam uma revisão mais detalhada de cada um desses itens. A quarta e última parte da entrevista abordou questões de caráter dissertativo e opinativo. As perguntas tinham o propósito de incentivar os participantes a comentar sobre o nível geral de acessibilidade do curso, a relevância do conteúdo, e se possuem ou não interesse nas temáticas abordadas. Alguns trechos foram transcritos contendo as opiniões dos participantes.

Quando os participantes foram perguntados: “Em geral, o que você achou da acessibilidade do curso? Tem mais sugestões?”, as respostas trouxeram resultados bastante positivos e recompensadores, demonstrando que a pesquisa e o produto atingiram seu objetivo. Pode-se observar isso na resposta do especialista 1, que declarou (informação

verbal) 4: “Achei que o curso apresenta um excelente nível de acessibilidade. Claramente, houve grande preocupação com o tema”. O especialista 2 demonstra ter a mesma opinião sobre o curso, porém complementa reforçando que para promover ainda mais o acesso, a interface do sistema (Moodle) necessita de algumas alterações, já que, segundo ele (informação verbal) “A acessibilidade no geral está muito boa. Creio que alguns apontamentos que fiz se referem a questões do próprio Moodle e do tema que está sendo usado nele e não do curso em si”.

O parecer técnico dos especialistas mencionados acima já valida o curso com um bom nível de acessibilidade. No entanto, tão ou mais importante do que receber o parecer de profissionais da área é ouvir das pessoas com deficiência que esse projeto tem significado, sendo realizado com elas e para elas. O estudante com baixa visão elogiou a estrutura do curso e proferiu (informação verbal) “Eu achei o curso de fácil acesso, bem esclarecedor, a estrutura está muito boa assim como está”. Já o estudante com TEA sugeriu a troca de algumas expressões ao longo do conteúdo, mas relatou (informação verbal) “Eu não tive dificuldades para navegar ou consumir o conteúdo”. Já no caso do estudante surdo, ele elogiou a iniciativa e destacou a importância de ambientes virtuais de ensino e aprendizagem que estejam preparados para receber a comunidade surda.

Sobre a relevância do conteúdo, quando perguntados “Para você, este conteúdo é relevante?”, as respostas também foram positivas. Os especialistas colocaram que um curso como este é importante e significativo, principalmente por estar inserido em um contexto educacional. O especialista 1, deixa claro que a TA é um diferencial na vida escolar de pessoas com deficiência e devem existir meios para que esses artefatos possam ser produzidos e ofertados a custos reduzidos, logo, na opinião dele, o curso pode ser considerado (informação verbal): “Extremamente relevante, considerando que a TA pode ser o fator diferencial para proporcionar autonomia e independência aos estudantes com deficiência e colaborar no seu êxito escolar. Além disso, muitos recursos de TA são caros, sendo que alternativas de baixo custo poderiam suprir muitas dessas demandas.”

Ainda, no que tange a relevância dos conhecimentos advindos do curso, as pessoas com deficiência mencionaram que uma formação EaD acessível é um instrumento necessário para que todos possam aprender sobre a fabricação digital de recursos de TA de baixo custo na educação. Isso pode ser confirmado quando o participante com deficiência visual (cegueira) e o estudante surdo mencionaram, respectivamente, que (informação verbal) “É muito relevante e atual, muito necessário para se entender o tema” e “É muito importante para nós acessibilidade conteúdo conseguir desenvolver”.

Por fim, a última pergunta teve o intuito de investigar o interesse dos participantes da pesquisa em realizar o curso. Para isso, eles responderam a seguinte indagação: “Mesmo testando algumas páginas, você se interessou em realizar o curso? Por qual motivo?”. As respostas foram unânimes e todos relataram que embora tenham visto apenas uma amostra do conteúdo, tem vontade de finalizar a formação. Quando incentivados a detalhar os motivos desse interesse, aspectos como a reduzida oferta de cursos na área e, também, a qualidade, a simplicidade e a atualidade do conteúdo foram características citadas, conforme exemplificado no relato do especialista 2 (informação verbal): “O conteúdo está bem completo e organizado. O assunto abordado também é super atual e pelo menos para mim, pouco explorado, não vejo cursos como esse disponíveis por aí.”

⁴ Todos os participantes preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e visando garantir a sua privacidade eles não foram identificados em nenhum documento da pesquisa. Logo, sempre que aparecer a expressão “informação verbal” a fonte compreende um dos participantes da pesquisa ou PCD, ou especialista.

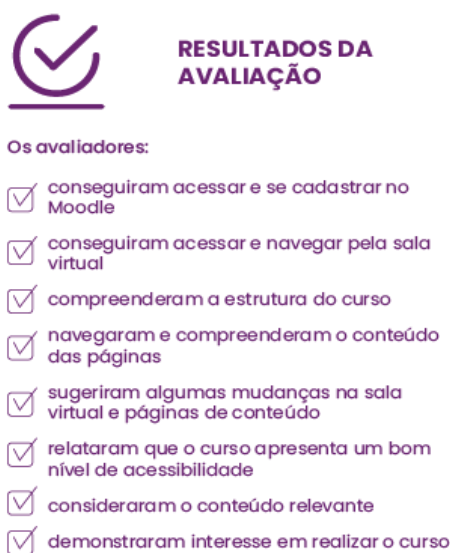
Alguns participantes expressaram interesse e apontaram os motivos que os levaram a querer continuar seu aprendizado através do curso descrito. O estudante com TEA colocou que, geralmente, não se interessa por MOOCs, mas indo ao encontro do que coloca o especialista 2, mencionou que o formato e a disposição do conteúdo chamaram sua atenção (informação verbal): “Geralmente não me interessa por cursos livres online, porém, este curso me despertou um certo interesse principalmente porque o conteúdo sempre cita referências relevantes, que são facilmente acessíveis através dos links.”

Já no caso do estudante com baixa visão, ele enfatizou a organização do curso e afirmou que embora já tenha conhecimentos iniciais na área o projeto expandiu seus horizontes (informação verbal): “Me interessei, porque eu achei a estrutura e o conteúdo do curso muito bons, senti que eu aprendi muitas coisas boas e importantes e agora vejo os assuntos do curso de outra forma, muito mais significativa para mim.”

Enquanto os avaliadores acima pontuaram aspectos mais concretos, o participante cego e o estudante surdo foram mais subjetivos e explicaram que se identificaram com a proposta, pois ela tem significado e aplicabilidade em seus contextos acadêmico e profissional. O primeiro menciona (informação verbal): “Me interessei sim, é um assunto que tem tudo a ver comigo e, também, com o meu trabalho”. Enquanto o segundo apontou (informação verbal): “Eu tenho interesse nesse curso, porque no futuro eu vou criar um aplicativo para oferecer atendimento a pessoas com deficiência”.

Perante as avaliações que foram apresentadas, a Figura 3 resume as partes III e IV da entrevista. A referida figura também consolida, no formato de um esquema, os resultados das avaliações conforme a perspectiva dos participantes da pesquisa.

Figura 3 – Síntese dos resultados das avaliações dos participantes



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Diante dos pontos de mudança sugeridos pelos participantes, pode parecer que o curso apresenta muitas barreiras. No entanto, os projetos digitais (*sites*, portais, sistemas, aplicativos, documentos, cursos e outros) que seguem recomendações e diretrizes de acessibilidade tendem a apresentar uma quantidade menor de barreiras que impedem ou dificultam o acesso de diferentes perfis de usuário. Além disso, seguir tais normativas não garante um produto totalmente acessível (sem barreiras), já que existe uma grande variedade de perfis de usuários. Nesse caso, como ocorreu nessa pesquisa, é vital trabalhar junto com as

para pessoas com deficiência, para que elas possam opinar, validar e, principalmente, contribuir com qualquer projeto que tenha relação com elas no intuito de sempre trazer resultados úteis.

Outro fator relevante é que embora projetos tenham uma natureza temporária, e seu desenvolvimento apresenta início, meio e fim bem delimitados, os cuidados com a acessibilidade se caracterizam como um processo contínuo. Nessas circunstâncias, pequenas atualizações em versões, manutenções e, principalmente, o lançamento de novas versões ou edições de um curso devem ser sempre acompanhadas de cuidados com a acessibilidade. A Figura 4 sintetiza os tópicos relevantes para a elaboração de projetos digitais acessíveis com ênfase em projetos voltados para a EaD.

Figura 4 – Ações para garantir cursos acessíveis na EaD



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Com base nos resultados, descritos previamente, é possível constatar que o curso se caracteriza como um artefato com um bom nível de acessibilidade que apresenta conteúdo atualizado, organizado e relevante. Além disso, essa formação é uma ferramenta útil que servirá para multiplicar conhecimentos sobre a fabricação digital de TA de baixo custo no contexto educacional, incluindo também as pessoas com deficiência ou outras limitações.

6 Considerações finais

Os espaços e equipamentos de fabricação digital adentram gradativamente as instituições de ensino e se mostram uma alternativa valiosa para desenvolver projetos em diversas áreas de conhecimento, inclusive na fabricação de recursos de TA. Contudo, como foi exposto, não basta produzir artefatos, é necessário capacitar e trabalhar junto com os estudantes para identificar o que eles necessitam, visando obter projetos realmente úteis. Evidenciando tudo isso, esta pesquisa propôs um curso MOOC acessível sobre fabricação digital e instigou novas possibilidades para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de baixo custo na educação, incentivando que tais artefatos cheguem aos estudantes que realmente precisam, com custos reduzidos e apresentando de forma simples as etapas de fabricação.

Para conceber um curso acessível, é preciso considerar aspectos relacionados aos conteúdos e à interface ou sistema no qual ele será disponibilizado. No caso de um curso tão importante quanto o material estar acessível é o ambiente em que será hospedado (AVA) também estar preparado para atender as necessidades dos mais diversos perfis de usuários. Logo, a acessibilidade no contexto da EaD constitui um esforço conjunto entre os professores

que organizam o material e a instituição que implementa e disponibiliza os sistemas para favorecer os processos de ensino e aprendizagem.

Com tal pesquisa, também pode-se verificar que o meio digital, embora ainda contendo barreiras de acessibilidade, torna-se um espaço bastante oportuno para qualificação das pessoas com deficiência por possuir conteúdos com melhores níveis de acessibilidade. Em relação à oferta de cursos, como apresentado no trabalho, percebe-se que é indispensável seguir diretrizes de acessibilidade para o conteúdo e para a sala virtual, como também envolver as pessoas com deficiência ou especialistas em acessibilidade no processo de validação, visando garantir o acesso pleno a todos os participantes.

Referências

- ALVARADO, R. G.; LAGOS, R.; SALCEDO, P.; RAMOS, M.; LABARCA, C.; BRUSCATO, U. Emociones precisas: fabricación digital en la enseñanza de la arquitectura. **Arquitetura Revista**, v. 5, n. 2, p. 122-36, jul.-dez. 2009. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4810/2071>. Acesso em: 11 maio 2019.
- ANDERSON, T. **Promise and/or peril**: MOOCs and open and distance education. Athabasca: Athabasca University, 2013. Paper. Disponível em: <http://www.ethicalforum.be/sites/default/files/MOOCsPromisePeril.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.
- BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 15 jun. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017. Regulamenta o art. 80 da Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *In: Diário Oficial da União*, Brasília, v.154, n. 100, p. 3-4, 26 maio de 2017. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=26/05/2017&totalArquivos=240>. Acesso em: 11 maio 2019.
- 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). *In: Diário Oficial da União*, Brasília, v.152, n. 127, p. 2-11, 07 jul. 2015. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/07/2015&jornal=1&pagina=2&totalArquivos=72>. Acesso em: 03 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **eMAG: Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico**. Versão 3.1. Brasília: MP-SLTI, 2014. Disponível em: <https://www.governodigital.gov.br/documentos-e-arquivos/eMAGv31.pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.
- BRASIL. Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. *In: Diário Oficial da União*, Brasília, v.149, n. 250, p. 2, 28 dez. 2012. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/12/2012&jornal=1&pagina=2&totalArquivos=192>. Acesso em: 10 jan. 2019.



BRASIL. Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. *In: Diário Oficial da União*, Brasília, v.148, n. 221, p. 12, 18 nov. 2011. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/11/2011&jornal=1&pagina=12&totalArquivos=204>. Acesso em: 15 jul. 2019.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e a Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. *In: Diário Oficial da União*, Brasília, v.141, n. 232, p. 5-10, 03 dez. 2004. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/12/2004&jornal=1&pagina=5&totalArquivos=192>. Acesso em: 15 fev. 2019.

BUTCHER, N. **Technologies in Higher Education: mapping the terrain**. Moscow: Unesco, 2014. Disponível em: iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214737.pdf. Acesso em: 08 jul. 2019.

CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN (CUD). **Principles of Universal Design**. North Carolina State University, 2015. Disponível em: https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udnonenglishprinciples.html. Acesso em: 10 out. 2018.

FAB FOUNDATION. **Fablabs**. 2019. Disponível em: <https://fabfoundation.org/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

FILATRO, A. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education, 2008.

GALVÃO FILHO, T. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? *In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade*. 1. ed. Porto Alegre: Redes, 2009, p. 207-35. Disponível em: <http://napne.ifbaiano.edu.br/portal/wp-content/uploads/2010/11/assistiva.pdf>. Acesso em: 25 maio 2019.

HATCH, M. **The Maker Movement Manifest**. Techsop. 2013. Disponível em: <https://raumschiff.org/wp-content/uploads/2017/08/0071821139-Maker-Movement-Manifesto-Sample-Chapter.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 maio 2019.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Conhecimento e Cidadania: Tecnologia Social**. São Paulo: ITS, 2007. Disponível em: <ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/8905-CadernoTS2007.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SECADI, 2008. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16690-politica-nacional-de-educacao-especial-na-perspectiva-da-educacao-inclusiva-05122014&Itemid=30192. Acesso em: 02 mar. 2019.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

SALTON, B. P.; DALL AGNOL, A.; TURCATTI, A. **Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais.** Bento Gonçalves: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <https://cta.ifrs.edu.br/livro-manual-de-acessibilidade-em-documentos-digitais/>. Acesso em: 25 out. 2020.

SONZA, A. P. *et. al.* **Acessibilidade e Tecnologia Assistiva: pensando a inclusão sociodigital de pessoas com necessidades especiais.** Porto Alegre: CORAG, 2013. Disponível em: <https://cta.ifrs.edu.br/livro-acessibilidade-e-tecnologia-assistiva-pensando-a-inclusao-sociodigital-de-pessoas-com-necessidades-especiais/>. Acesso em: 03 ago. 2018.

THIOLLENT, M. J. M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

W3C. **Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1.** W3C, 2018. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: 03 nov. 2019.

W3C BRASIL. **Cartilha de Acessibilidade na Web - Fascículo IV.** W3C Brasil, 2020. Disponível em: <https://ceweb.br/cartilhas/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-IV/#capitulo2>. Acesso em: 20 maio 2020.

W3C BRASIL. **Cartilha de Acessibilidade na Web - Fascículo I.** W3C Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html>. Acesso em: 12 nov. 2019.

WAGNER, R.; PIOVESAN, S. D.; PASSERINO, L. **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v. 5, n. 6, p. 5235-5256, jun., 2019.

WAGNER, R. **MOOC para formação de professores em TA: um estudo de caso na educação profissional com MOOC.** 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/164330>. Acesso em: 24 jul. 2019.

YUAN, L.; POWELL, S. **MOOCs and Open Education: implications for Higher Education.** London: CETIS, 2013. Disponível em: <http://publications.cetis.org.uk/wp-content/uploads/2013/03/MOOCs-and-Open-Education.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2019.

Recebido em março de 2021.

Aprovado em maio de 2021.