

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL
CAMPUS PORTO ALEGRE
MESTRADO PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

ANDERSON DALL AGNOL

**PROMOVENDO A INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO
MOVIMENTO MAKER: UM CURSO MOOC ACESSÍVEL PARA A FABRICAÇÃO
DE TECNOLOGIA ASSISTIVA**

Porto Alegre

2020

ANDERSON DALL AGNOL

**PROMOVENDO A INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO
MOVIMENTO MAKER:
UM CURSO MOOC ACESSÍVEL PARA A FABRICAÇÃO DE TECNOLOGIA
ASSISTIVA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Informática na Educação, pelo Mestrado Profissional em Informática na Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Porto Alegre

Orientador: Prof. Dr. André Peres
Coorientadora: Prof^a. Dra. Silvia de Castro Bertagnolli

Porto Alegre

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D144p Dall Agnol, Anderson.

Promovendo a inclusão de pessoas com deficiência no movimento maker: um curso mook acessível para fabricação de tecnologia assistiva. / Anderson Dall Agnol; orientador André Peres; coorientadora: Silvia de Castro Bertagnolli. – Porto Alegre: 2020.

134 f.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Porto Alegre. Mestrado Profissional em Informática na Educação. Porto Alegre, 2020. Orientador: Prof Dr. André Peres. Coorientador: Profª Drª: Silvia de Castro Bertagnolli

1. Informática na Educação 2. Tecnologia Assistiva. 3. Pessoa

Ficha Elaborada pelo Bibliotecário Filipe Xerxenesky da Silveira – CRB 10/1497

Bibliotecário responsável: Filipe Xerxeneski da Silveira – CRB-10/1497

AGRADECIMENTOS

Assim como acontece na cultura maker, grandes projetos ganham vida por meio do trabalho em conjunto realizado por muitas mãos. Essa dissertação é resultado do trabalho de diversas pessoas, às quais gostaria de agradecer.

Ao meu orientador André Peres que gentilmente dividiu seus conhecimentos, acreditou no processo e confiou no meu trabalho.

A minha coorientadora Sílvia de Castro Bertagnolli com quem foi possível dividir incontáveis momentos de aprendizado e também de descontração.

A minha família, principalmente minha mãe Zélia Dall Angol, meu irmão Alan Dall Agnol e meu padrasto Dorvalino Remor que por muitas vezes entenderam minha ausência.

Ao meu namorado Lucas Silvestro Armiliato que aguentou as reclamações, me incentivou e ofereceu todo o apoio técnico no desenvolvimento do produto dessa dissertação.

Aos amigos do mestrado, em especial Cristian Gusberti e Fransciély Valladas com quem pude dividir momentos de muito trabalho e divertimento.

Aos colegas do Centro Tecnológico de Acessibilidade (CTA) do IFRS, principalmente minha amiga Bruna Poletto Salton que sempre esteve presente para conversar sobre a dissertação e despertar os melhores insights.

As minhas amigas da Reitoria do IFRS, Fabiana Keller e Lisiane Delai que gentilmente auxiliaram na formatação do trabalho e na revisão ortográfica de todo o material.

A Suelen Bordin e Gisele Nascimento Fraga intérpretes de Libras do IFRS Campus Feliz e Campus Restinga que acreditaram nesse projeto e se disponibilizaram a interpretar os vídeos do curso e o roteiro de entrevistas para conferir acessibilidade para a comunidade surda.

A equipe da EaD do IFRS e também a bolsista Alissa Turcatti que gentilmente formataram e revisaram o material disponibilizado no curso, o qual é produto desta dissertação.

As pessoas com deficiência que foram parte ativa da pesquisa, foram indispensáveis na avaliação do produto e principalmente, contribuíram para a construção de espaços e artefatos mais acessíveis, inclusivos e que valorizam a diversidade humana.

Por fim, a toda a equipe do IFRS.

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 fabricação de tais recursos a custos reduzidos e com personalização, pois possibilita que qualquer pessoa com conhecimentos básicos nessa área possa criar e fabricar diferentes produtos de acordo com seus desejos e necessidades. Embora algumas pessoas com deficiência não possam prototipar em decorrência de suas limitações, é preciso buscar mecanismos que proporcionem a elas aprender e se apropriar de tais conhecimentos e do potencial da fabricação digital. Assim, o presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver um Curso Online Aberto e Massivo (MOOC) sobre fabricação digital destinado a pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva, que levou em consideração princípios do desenho universal e acessibilidade digital, de modo que, ao final do curso, o público-alvo consiga visualizar possibilidades para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação. A pesquisa, de natureza qualitativa e do tipo pesquisa-ação foi executada em cinco etapas distintas, sendo elas: 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 da sala de aula virtual no Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA) Moodle; realização de testes do conteúdo e do ambiente por pessoas com deficiência e especialistas na área da acessibilidade sob a orientação do pesquisador; geração de um relatório de acessibilidade para correção de problemas com base nos testes realizados. O curso MOOC, resultante como produto da pesquisa, foi estruturado em cinco módulos distintos, sendo eles: Conhecendo o que é movimento maker e fabricação digital, Espaços e ferramentas de fabricação digital, Tecnologia Assistiva (TA), Possibilidades para a fabricação de TA de Baixo Custo na Educação e Para além da fabricação de recursos de TA. O curso MOOC será oferecido futuramente no ambiente Moodle do IFRS, com acesso gratuito a diversos públicos. Espera-se que os cursistas visualizem na fabricação digital uma alternativa para fabricar recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo no contexto educacional, tornando as pessoas com deficiência protagonistas de seu processo de aprendizagem e criação de seus artefatos de TA.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva. Fabricação digital. Pessoas com deficiência.

ABSTRACT

To carry out their daily activities with more independence and autonomy and overcome barriers, people with disabilities or other limitations make use of Assistive Technology resources. However, some of these resources, although quite simple, have a high cost when commercialized, making it difficult for these audiences to acquire these artifacts. With that in mind, digital manufacturing can be a way to manufacture such resources at reduced costs and with customization, as it allows anyone with basic knowledge in this area to create and manufacture different products according to their wants and needs. Although some people with disabilities are unable to prototype due to their limitations, it is necessary to seek mechanisms that provide them with learning and appropriating such knowledge and the potential of digital fabrication. Thus, the present work had as main objective to develop an Open and Massive Online Course on digital fabrication for people with disabilities and inclusive education professionals, which took into account principles of universal design and digital accessibility, so that, after the end of the course, the target audience will be able to visualize possibilities for the manufacture of Low Cost Assistive Technology resources in education. The research, of a qualitative nature and an action-research type, was carried out in five distinct stages, namely: document analysis and bibliographic research in materials related to the researched themes; selection and preparation of materials on Assistive Technology and digital fabrication for assembly of the course; construction of the virtual classroom in the Virtual Teaching and Learning Environment Moodle; tests of content and environment by people with disabilities and specialists in the area of accessibility under the guidance of the researcher; generation of an accessibility report to correct problems based on the tests performed. The MOOC course, resulting as a product of the research, was structured in five distinct modules, namely: Knowing what is a maker movement and digital fabrication, Digital fabrication spaces and tools, Assistive Technology (AT), Possibilities for the manufacture of AT from Low Cost in Education and Beyond the manufacture of AT resources. The MOOC course will be offered in the future in the IFRS Moodle environment, with free access to various audiences. It is expected that course participants will see in digital fabrication an alternative to manufacture Low Cost Assistive Technology resources in the educational context, making people with disabilities protagonists in their learning process and the creation of their artifacts.

Keywords: Assistive Technology. Digital fabrication. People with disabilities.

LISTA DE SIGLAS

3D	3 Dimensões
ABS	<i>Acrilonitrila Butadieno Estireno</i>
AEE	Atendimento Educacional Especializado
AT	Ajudas Técnicas
AVD	Atividades da Vida Diária
AVEAs	Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem
CAA	Comunicação Alternativa e Aumentativa
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CGAE	Comissão de Gerenciamento de Ações de Extensão
CTA	Centro Tecnológico de Acessibilidade
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
CONADE	Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência
CRTA	Centro de Referência em Tecnologia Assistiva
EaD	Educação a Distância
EVA	<i>Ethil Vinil Acetat</i>
e-MAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
EPCT	Educação Profissional, Científica e Tecnológica
FTEC	Faculdade de Tecnologia
IFBrM	Índice de Funcionalidade Brasileiro Modificado
GT	Grupo de Trabalho
IFRS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
ITS BRASIL	Instituto de Tecnologia Social
LBI	Lei Brasileira de Inclusão
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

Libras	Língua Brasileira de Sinais
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MEC	Ministério da Educação
MERCOPAR	Feira de Inovação Industrial
MOOC	MOOC - <i>Massive Open Online Courses</i>
NAPNEs	Núcleos de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas
NAIs	Núcleos de Acessibilidade e Inclusão
PCDs	Pessoas com Deficiência
PLA	Poliácido Láctico
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
PS	Poliestireno
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
RDI	Relatório de Desenvolvimento Institucional
SEDH	Secretaria Especial de Direitos Humanos
SIGPROJ	Sistema de Informação e Gestão de Projetos
SRM	Sala de Recursos Multifuncional
TA	Tecnologia Assistiva
TABC	Tecnologia Assistiva de Baixo Custo
TEA	Transtorno do Espectro Autista
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do conceito de deficiência	28
Figura 2: Exemplo do Princípio Equiparável.....	30
Figura 3: Exemplo do Princípio Flexível	31
Figura 4: Exemplo do Princípio Simples e Intuitivo	31
Figura 5: Exemplo do Princípio Informação de fácil percepção.....	32
Figura 6: Exemplo do Princípio Tolerante ao Erro.....	32
Figura 7: Exemplo do Princípio Sem esforços.....	33
Figura 8: Exemplo do Princípio Dimensão e Espaço para Aproximação e Uso	33
Figura 9: Exemplos de recursos de TA	39
Figura 10: Exemplos de serviços de TA.....	39
Figura 11: Alguns exemplos de recursos de TA de acesso ao computador.....	42
Figura 12: Alguns exemplos de recursos de TABC na educação	46
Figura 13: Planta ilustrada de um espaço maker	51
Figura 14: Exemplos de Impressoras 3D	54
Figura 15: Exemplos de artefatos impressos em impressoras 3D	54
Figura 16: Exemplo de cortadora a laser	55
Figura 17: Exemplos de artefatos confeccionados com a cortadora a laser	55
Figura 18: Exemplo de fresadora	56
Figura 19: Exemplos de artefatos confeccionados com uma fresadora	56
Figura 20: Exemplo de uma router CNC	57
Figura 21: Exemplos de objetos confeccionados com router CNC	57
Figura 22: Exemplo de um plotter de recorte	58
Figura 23: Exemplos de adesivo confeccionado em um plotter de recorte	58
Figura 24: Elementos da abordagem construcionista	67
Figura 25: Processo de desenvolvimento de um MOOC	68
Figura 26: Etapas para desenvolver projetos acessíveis	72
Figura 27: Fluxo para cadastro e submissão de um curso MOOC no IFRS.....	74
Figura 28: Fluxo para encerramento de um curso MOOC no IFRS	75
Figura 29: Parte da sala virtual do curso	84
Figura 30: Parte II da entrevista - Dados do entrevistado	86
Figura 31: Parte III da entrevista com exemplos de perguntas realizadas	87
Figura 32: Parte IV da entrevista - Perguntas finais	88

Figura 34: Relatório de acessibilidade do curso - Outras seções do relatório.....	89
Figura 35: Curso disponível no Moodle da Reitoria em Capacitação para servidores	93
Figura 36: Exemplos do uso de âncoras	95
Figura 37: Ilustração da divisão do ambiente do curso em blocos	95
Figura 38: Exemplo do uso de rótulos para identificar unidades	96
Figura 39: Exemplo de descrições de recursos disponíveis em cada unidade	96
Figura 40: Aplicação dos estilos em uma página de conteúdo	97
Figura 41: Exibição dos estilos em uma página de conteúdo	97
Figura 43: Exemplo de descrição inserida na caixa de texto alternativo	98
Figura 44: Exemplo de descrição longa da imagem inserida no contexto do conteúdo	99
Figura: 45: Exemplos de descrições informativas para os links	99
Figura: 46: Exemplo de sumário de hiperlinks.....	100
Figura 47: Vídeo com transcrição textual, legenda do Youtube e janela em Libras	100
Figura 48: Explicações sobre a acessibilidade do curso	101
Figura 49: Perfil dos avaliadores e sugestões para garantir a acessibilidade no meio digital.....	103
Figura 50: Síntese dos resultados das avaliações dos participantes	109
Figura 51: Ações para garantir cursos acessíveis na EaD	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação dos Recursos de Tecnologia Assistiva	40
Quadro 2: Produtos de apoio no contexto educacional.....	43
Quadro 3: The Fab Charter	52
Quadro 4: Processos de fabricação digital.....	52
Quadro 5: Diretrizes para acessibilidade em espaços makers (espaço e informações)	60
Quadro 6: Diretrizes para acessibilidade em espaços makers (máquinas e ferramentas).....	60
Quadro 7: Áreas temáticas pesquisadas e principais fontes utilizadas	80
Quadro 8: Principais categorias de agrupamento e materiais que nelas se encaixaram.....	82
Quadro 9: Unidades, carga horária, objetivos e conteúdos programáticos do curso MOOC	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema	17
1.2 Objetivos	18
1.3 Justificativa.....	19
1.4 Delimitação da Pesquisa	21
2 CONCEITOS ESTRUTURANTES DO PARADIGMA INCLUSIVO	23
2.1 Deficiência	23
2.2 Barreira: Conceituação e Caracterização.....	27
2.3 Acessibilidade e Desenho Universal	29
2.4 Inclusão e Educação Inclusiva.....	34
3 TECNOLOGIA ASSISTIVA	37
3.1 O Conceito de Tecnologia Assistiva.....	37
3.2 Classificação da Tecnologia Assistiva.....	38
3.3 TECNOLOGIA ASSISTIVA DE BAIXO CUSTO (TABC).....	45
3.4 Seleção, Confeção, Uso e Avaliação de Recursos de TA.....	47
4 MOVIMENTO MAKER E FABRICAÇÃO DIGITAL	49
4.1 O Movimento Maker e o Conceito de Fabricação Digital	49
4.2 Fab Labs e Equipamentos de Fabricação Digital	50
4.3 Acessibilidade e Fabricação de Recursos de TA	59
5 EAD ACESSÍVEL E ENSINO DA FABRICAÇÃO DIGITAL	65
5.1 Cursos MOOC e as Tecnologias Computacionais	65
5.2 Acessibilidade Digital na EaD	68
5.3 MOOCs para o Ensino no IFRS	73
6 METODOLOGIA DA PESQUISA	76
6.1 Caracterização da Pesquisa	76
6.2 Etapas da Pesquisa.....	78
6.2.1 Análise documental e Pesquisa Bibliográfica	79
6.2.2 Identificação, seleção e confecção de materiais instrucionais	81
6.2.3 Definição e organização da sala de aula virtual	83
6.2.4 Validação do curso	85
6.2.5 Análise dos dados coletados.....	88

7 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO DE PESQUISA.....	91
7.1 APRESENTAÇÃO DO CURSO	91
7.2 Acessibilidade e Desenho Universal Aplicados ao Produto	94
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	102
8.1 Perfil dos Participantes.....	102
8.2 Resultado das Avaliações e Discussões	104
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
REFERÊNCIAS.....	113
APÊNDICE I – ENTREVISTA PARA TESTES DE ACESSIBILIDADE	125
APÊNDICE II – RELATÓRIO DE ACESSIBILIDADE DO CURSO	128

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados divulgados pelo Censo, cerca de 45.6 milhões dos brasileiros (23,9%) apresentam alguma deficiência, podendo ser ela física, visual, auditiva ou intelectual. 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%) (IBGE, 2010). Nesse contexto, as pessoas com deficiência (PCD) são aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (BRASIL, 2015).

As PCD são pessoas com deficiência e que apresentam limitações físicas (plegias¹, paresias², ostomias³, 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).

Conforme a Convenção Sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência, ratificada pelo Brasil com valor de emenda constitucional pelo Decreto nº 6.949 e incorporada pela Lei nº 13.146, também denominada de Lei Brasileira de Inclusão (LBI), é assegurado às pessoas com deficiência diversos direitos, sendo alguns deles, o direito à vida, saúde, habilitação e reabilitação, trabalho e emprego, moradia, transporte e, principalmente, o direito à educação, ao mencionar que ela é um direito que viabiliza a obtenção de outros direitos (ONU, 2007; BRASIL, 2009; BRASIL, 2015).

Em relação ao direito das pessoas com deficiência à educação, a LBI 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 (BRASIL, 2015). Além disso, o documento que norteia esse processo no Brasil é a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva⁴, segundo a qual as escolas regulares com orientação inclusiva devem estar

¹ O termo plegia se refere a perda de algum movimento (Ex: paraplegia).

² O termo paresia diz respeito a redução ou limitação de movimento (Ex: paraparesia).

³ A ostomia é uma abertura realizada cirurgicamente para que a pessoa possa eliminar fezes e urina.

⁴ O Ministério da Educação está trabalhando em uma nova versão desta política. No entanto até a entrega desta dissertação, nenhum documento oficial foi lançado.

preparadas para receber a todos, independentemente de suas necessidades (MEC, 2008). Ainda, esse mesmo documento explica que

A educação especial é uma modalidade de ensino que perpassa todos os níveis, etapas e modalidades, realiza o atendimento educacional especializado, disponibiliza os recursos e serviços e orienta quanto a sua utilização no processo de ensino e aprendizagem nas turmas comuns do ensino regular (MEC, 2008, p. 10).

Segundo essa política e também conforme o Decreto nº 7.611, o Atendimento Educacional Especializado (AEE) é realizado como complemento ou suplemento ao ensino regular, preferencialmente em turno inverso ao ensino regular, fazendo parte da proposta pedagógica da instituição (BRASIL, 2011). 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.

Assim, pode-se compreender que os recursos pedagógicos e de acessibilidade supramencionados correspondem aos recursos de Tecnologia Assistiva (TA), também denominadas de Ajudas Técnicas (AT) (BRASIL, 2015). Esses recursos podem ajudar na eliminação de barreiras, na construção de espaços mais justos e na garantia de sistemas educacionais mais inclusivos, proporcionando às PCD maior autonomia, qualidade de vida e inclusão social.

A Tecnologia Assistiva significa toda e qualquer ferramenta, recurso, processo ou serviço utilizado com a finalidade de proporcionar uma maior independência e autonomia para as pessoas com deficiência ou alguma limitação (BRASIL, 2015). Segundo Bersch (2017), a TA está inserida em diversas áreas da vida da pessoa com deficiência, auxiliando na comunicação, no controle de ambientes, nas adaptações em postos de trabalho, na condução de veículos, na realização de atividades de lazer, na execução de tarefas da vida diária, no processo educacional, entre outras. Para Galvão Filho (2009), são considerados recursos de Tecnologia Assistiva, portanto, desde artefatos simples, como uma colher adaptada, uma bengala ou um lápis com uma empunhadura mais grossa para facilitar a preensão, até sofisticados sistemas computadorizados, utilizados com a finalidade de proporcionar uma maior independência e autonomia à pessoa com deficiência.

No contexto educacional, são exemplos de recursos de Tecnologia Assistiva, que se tornam indispensáveis para a inclusão de alunos com deficiência ou outras

especificidades, os materiais pedagógicos acessíveis/adaptados. Esses materiais se caracterizam como recursos capazes de atender às especificidades dos alunos com deficiência e outras especificidades que frequentam o sistema regular ou especial de ensino, possibilitando ao professor e ao aluno condições necessárias e mecanismos que favoreçam uma construção rica do processo educativo, tocante às mediações realizadas em sala de aula, contribuindo assim para a ampliação das possibilidades de organização da estrutura de ensino e de interação social desses indivíduos (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2009).

Os materiais pedagógicos podem assumir diversos formatos, no caso do formato digital, há, por exemplo, documentos acessíveis, vídeos com alternativa para o conteúdo multimídia, formulários, salas virtuais acessíveis, dentre outras. Tais materiais também podem ser tangíveis/físicos, confeccionados por meio de diferentes processos (materiais cortados, costurados, impressos, adesivados, etc.), com diferentes estratégias (em braille, em relevo, com diferentes texturas e cores contrastantes, entre outras) e construídos de acordo com a necessidade de cada estudante.

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). Para produzir ou adaptar recursos de TA, poderão ser utilizadas máquinas específicas, por exemplo, impressoras 3D (3 Dimensões), máquinas de corte à laser, fresadoras CNC (*Computer Numeric Control*), capazes de realizar inúmeros processos, como, por exemplo, fabricar, modelar, cortar e detalhar materiais como chapas de aço, acrílico, EVA (*Ethil Vinil Acetat*), MDF (*Medium Density Fiberboard*), PVC (*Polyvinyl chloride*), PS (poliestireno), couro, nylon, madeira, alumínio e inox, facilitando a prototipagem de produtos customizados de acordo com as necessidades

de cada indivíduo (COSTA-NETO et al, 2015; ALVARADO et al, 2009; ENGRAVER, 2014).

Nesse cenário, tão importante quanto fabricar artefatos de TA de baixo custo por meio da prototipagem rápida, é ensinar, ao público que deles necessitam e aos profissionais do Atendimento Educacional Especializado (AEE), as possibilidades advindas da fabricação digital. Embora algumas pessoas com deficiência não possam prototipar em decorrência das habilidades exigidas no processo (coordenação motora fina, coordenação viso-motora, entre outras), a elas deve ser ofertada a possibilidade de aprender sobre o assunto se assim desejarem. De posse desse conhecimento, as pessoas com deficiência poderão ser protagonistas não somente no uso de artefatos de Tecnologia Assistiva, mas também participar ao longo de sua confecção, fabricação ou adaptação tornando esses artefatos mais úteis às suas necessidades. Além disso, possibilitar que as pessoas com deficiência aprendam e participem do processo de fabricação de seus artefatos de TA vai ao encontro da filosofia do movimento *maker* ou de fabricação digital (“Faça você mesmo”) e do lema da Convenção Sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência que enfatiza “Nada sobre nós, sem nós”. (ONU, 2007).

Para transmitir e ensinar sobre o assunto para tal público, nada mais oportuno que utilizar o meio digital como ferramenta para o ensino e aprendizagem, uma vez que, conforme 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, maior interação com recursos de TA.

Como o meio digital é um dos mais utilizados pelas pessoas com deficiência para sua qualificação, o presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver um Curso Online Aberto e Massivo (MOOC) sobre fabricação digital, destinado às pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva (AEE), que levasse em consideração princípios do desenho universal e acessibilidade digital, de modo que, ao final do curso, o público-alvo consiga visualizar possibilidades para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação. 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 Tecnologia Assistiva (W3C BRASIL, 2015).

Esta dissertação conta com a Introdução, quatro capítulos de referencial teórico, seguidos pela Metodologia, Apresentação do produto de pesquisa, Resultados e discussões, Considerações finais e Referências. No capítulo de Introdução, são apresentados o problema, os objetivos, a justificativa e a delimitação da pesquisa. A seção do Referencial teórico concentra capítulos importantes que fundamentam a pesquisa, trazendo o conceito de deficiência, barreira, educação inclusiva, acessibilidade, desenho universal. Tecnologia Assistiva, Tecnologia Assistiva de Baixo Custo, movimento *maker*, fabricação digital e principalmente cuidados a serem tomados para uma Educação a Distância (EaD) com menos barreiras. O capítulo de Metodologia caracteriza a pesquisa e descreve quais foram as etapas envolvidas. O capítulo referente a Apresentação do produto evidencia o curso MOOC proposto. O capítulo de Resultados e discussões retrata os resultados e reflexões obtidos ao longo da pesquisa. Por fim, as Considerações Finais compilam os resultados alcançados e as perspectivas futuras para novos estudos, seguido pelas Referências utilizadas.

1.1 Problema

As pessoas com deficiência enfrentam barreiras em diversos espaços sociais, como, por exemplo, em casa, no trabalho, nas instituições de ensino públicas e privadas, dentre outras. Para reduzir ou eliminar essas barreiras, essas pessoas fazem uso de recursos de Tecnologia Assistiva. Tais recursos visam proporcionar maior autonomia, independência e qualidade de vida aos indivíduos com deficiência, permitindo que eles realizem as atividades nos mais variados espaços sociais. No entanto, segundo Sonza et al (2013), alguns desses recursos, embora bastante simples, como, por exemplo, “engrossadores” para segurar objetos, materiais pedagógicos adaptados, mouses adaptados, suportes para artefatos, podem apresentar um custo bastante elevado para a sua aquisição, dificultando o acesso a quem realmente precisa desses artefatos.

De maneira a tentar diminuir o custo elevado, customizar os recursos de acordo com a necessidade específica de cada usuário, envolver as pessoas com deficiência no processo e também possibilitar que os recursos de TA cheguem até as pessoas com deficiência, a fabricação digital se apresenta como uma alternativa a esses problemas (CNRTA, 2014). Assim, é preciso antes de tudo despertar também o

interesse desse público para a prototipagem rápida, possibilitando que eles aprendam sobre os processos envolvidos na fabricação digital e sejam envolvidos pela filosofia do "faça você mesmo". Embora grande parte das pessoas com deficiência não consiga prototipar, em decorrência de suas limitações, deve-se prever mecanismos que permitam que elas possam conhecer e aprender sobre os diversos processos e ferramentas da fabricação digital, vislumbrando possibilidades e oferecendo orientações para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo em diversos espaços de criação e prototipação.

A apropriação das técnicas e conhecimentos sobre os equipamentos de fabricação digital permite que se tenha domínio das possibilidades da fabricação. Dessa forma, a pessoa com deficiência passa de uma postura passiva no uso de tecnologias de fabricação digital para uma ativa, em que poderá participar na definição da Tecnologia Assistiva que melhor atende suas demandas. Além disso, é oportunizado à pessoa com deficiência o letramento nesse tipo de tecnologia, que se dissemina em ambientes acadêmicos e residências, mitigando a exclusão da pessoa com deficiência em relação a novas tecnologias.

Frente a esse contexto, o presente trabalho teve como problema de pesquisa, a seguinte questão: Como despertar o interesse e favorecer a apropriação de conhecimentos relacionados à fabricação digital para as pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva (AEE), considerando princípios do desenho universal e da acessibilidade digital?

1.2 Objetivos

Esta dissertação teve como objetivo geral desenvolver um curso MOOC, sobre fabricação digital, destinado às pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva (AEE), que levasse em consideração princípios do desenho universal e acessibilidade digital, de modo que, ao final do curso, o público-alvo consiga visualizar possibilidades para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação.

Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- selecionar modelos e construir materiais sobre fabricação digital, com enfoque na fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação;

- preparar a sala de aula virtual no Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA) Moodle, conforme o desenho universal, recomendações e diretrizes de acessibilidade digital;
- verificar a acessibilidade dos conteúdos selecionados e da sala virtual com base em testes de pessoas com deficiência e especialistas da área que constituirão parte do futuro público-alvo do curso.

1.3 Justificativa

Na educação, a utilização de recursos de TA por pessoas com deficiência ou com alguma limitação é essencial, fazendo toda a diferença para que as mesmas possam acompanhar com autonomia e protagonismo o seu processo de aprendizagem. Ainda, de acordo com a LBI, os sistemas de ensino devem assegurar a oferta de recursos de TA de forma a ampliar habilidades funcionais dos estudantes, promovendo sua autonomia e participação e incentivar pesquisas e iniciativas voltadas ao desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de Tecnologia Assistiva (BRASIL, 2015).

Nesse contexto, mesmo existindo legislação que assegure a oferta de tais artefatos para as PCDs, segundo Sonza et al. (2013), esses recursos ainda podem apresentar custos financeiros bastante elevados e, em muitos casos, com necessidades de adaptações, caso as instituições busquem por opções comercializadas. Essa dificuldade na aquisição de TA no meio educacional pôde ser comprovada pela experiência do Centro Tecnológico de Acessibilidade do IFRS, setor que atua há mais de dez anos no desenvolvimento de recursos e capacitações sobre TA dentro do IFRS e também presta assessoria para diferentes instituições públicas de ensino, como Institutos Federais e Universidades de todo o Brasil.

Partindo do que foi exposto, percebe-se que existe uma demanda de Tecnologia Assistiva pelas instituições de ensino públicas no que tange aos recursos de TA para estudantes com deficiência inclusos, em especial na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT). Para além da demanda por recursos, existe também a falta de capacitação para encontrar maneiras de produzir os artefatos com baixo custo e também replicar esse conhecimento para outras instituições que deles necessitam. As escolas públicas municipais e estaduais que possuem alunos com deficiência inclusos e atendidos em Salas de Recursos

Multifuncionais (SRMs) ou Centros Especializados também passam pela mesma dificuldade da falta de recursos de TA e capacitação para os seus profissionais no que tange a Tecnologia Assistiva. No entanto, não basta só buscar atender a demanda, é importante também deixar claro que, nesse processo de criação de recursos e conhecimentos sobre a TA, as pessoas com deficiência devem estar presentes, participando, aprendendo e colaborando ativamente do processo para que o que for gerado realmente apresente efetividade.

Pensando em atender essa lacuna social e amparar a comunidade em 2017, o IFRS, através do Centro Tecnológico de Acessibilidade (CTA), em parceria com outros espaços *makers* do Instituto, submeteu junto a SETEC/MEC o Projeto Centro de Referência em Tecnologia Assistiva do IFRS (CRTA). Esse grande projeto colaborativo, do qual o pesquisador autor deste trabalho que tem deficiência visual fez parte como bolsista, tem como objetivo geral “Disseminar para toda a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica os conhecimentos sobre o uso e o desenvolvimento de Tecnologia Assistiva (TA)” (IFRS, 2017, p. 1). E, embora o projeto esteja focado em atender a rede federal, os artefatos, como, por exemplo, recursos, cursos, publicações, materiais, repositórios, estarão disponíveis online e gratuitamente a todos que tiverem interesse em aprender e replicar.

Também, é fundamental considerar que, em breve as instituições de ensino públicas e privadas poderão replicar conhecimentos e fabricar recursos de TA personalizados. Segundo a cartilha o Movimento *Maker* na Educação (2015), os laboratórios *makers* já são uma tendência nas escolas e gradativamente todos os espaços educativos poderão contar com ambientes ou equipamentos de fabricação digital. Levando isso em consideração, espera-se que futuramente todos possam desenvolver seus projetos, inclusive os profissionais do AEE que, junto com seus alunos com deficiência, poderão utilizar esses locais para produzir as tecnologias de apoio necessárias para atender as necessidades específicas desse público.

Pensando em uma solução que ofereça caminhos para fabricar recurso de TA de Baixo Custo, contribua com a relevância social do Projeto CRTA do IFRS, considere a tendência dos espaços *makers* nas escolas e ainda promova capacitação em TA, a presente dissertação de mestrado propõe a sistematização de um curso MOOC que possibilite aos cursistas visualizarem na fabricação digital uma maneira de produzir artefatos de TA de Baixo Custo em suas instituições.

Tratando-se do ensino e aprendizagem de PCDs, é necessário levar em consideração que o meio digital, embora possua ainda inúmeras barreiras de acessibilidade, é o mais utilizado por essas pessoas para adquirir informação e se qualificar, já que o conteúdo oferecido é flexível e essas pessoas também podem utilizar seus recursos de tecnologia para interagirem com a informação (SALTON, DALL AGNOL e TURCATTI, 2017). Por isso, para ensinar sobre fabricação digital para as pessoas com deficiência e para os profissionais da educação inclusiva, nada mais adequado do que utilizar o meio digital, mais especificamente o Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA), como ferramenta para o ensino e aprendizagem dessa temática. Ao final do curso, embora algumas pessoas com deficiência acreditem que não irão conseguir modelar em decorrência das habilidades específicas exigidas no processo de modelagem (coordenação motora fina, habilidade visomotora, etc.), espera-se que elas compreendam as características e elementos básicos da fabricação digital.

Por fim, é importante destacar que a motivação do trabalho também nasceu das inquietações do próprio pesquisador, que é pessoa com deficiência (baixa visão) e trabalha há dez anos no CTA do IFRS. Nesse setor, existe um laboratório de fabricação de recursos de TA de baixo custo dentro do qual o pesquisador não se sentia seguro para atuar e, percebeu nessa pesquisa a oportunidade necessária para aprender sobre essas ferramentas, bem como aplicá-las em sua prática diária.

1.4 Delimitação da Pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa foi desenvolver um curso MOOC, sobre fabricação digital, destinado às pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva, que levasse em consideração princípios do desenho universal e acessibilidade digital, de modo que, ao final do curso, o público-alvo consiga visualizar possibilidades para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação. Perante tal objetivo geral, é importante esclarecer que:

- embora o curso tenha sido desenvolvido considerando como principal público-alvo as pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva (AEE), tal curso, quando oferecido, poderá ser realizado por todos que tiverem interesse, sem qualquer restrição de acesso e de público;

- o curso será ofertado na modalidade a distância e abordará nos materiais conceitos do movimento *maker* e de fabricação digital, processos e ferramentas de prototipação (impressoras 3D, corte a laser, máquinas de CNC, etc.), como também, exemplos de uso dessas ferramentas para produção de recursos de Tecnologia Assistiva. No entanto, o curso não tem por finalidade ensinar a utilizar qualquer maquinário;
- o Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA) para hospedagem do curso foi o Moodle. Esse ambiente foi escolhido por ser amplamente utilizado no IFRS e, quando aplicadas as normativas de acessibilidade digital na estrutura do sistema, as páginas costumam atingir bons níveis de acessibilidade;
- após finalizado, o curso foi testado por pessoas com deficiência e especialistas na área da acessibilidade, de modo a garantir que o conteúdo e a sala virtual do curso não apresentem barreiras que impeçam ou dificultem o acesso da pessoa com deficiência;
- o projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFRS pelo parecer nº 3.165.541, de 22 de fevereiro de 2019, o que favoreceu seu desenvolvimento. Após finalizado, o curso não foi imediatamente ofertado. Essa ação está prevista para acontecer no segundo semestre de 2020, posteriormente ao encaminhamento e aprovação do curso junto a Comissão de Gerenciamento de Ações de Extensão (CGAE) do Campus Porto Alegre.

2 CONCEITOS ESTRUTURANTES DO PARADIGMA INCLUSIVO

“Pessoas com deficiência são, antes de mais nada, PESSOAS. Pessoas como quaisquer outras, com protagonismos, peculiaridades, contradições e singularidades”.
Convenção Sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência (ONU, 2007, p. 18)

Nesta seção, serão abordados alguns conceitos fundamentais para a construção do paradigma inclusivo, como, o conceito de deficiência, o conceito de barreira, a definição de acessibilidade e desenho universal, e, por fim, o que é educação inclusiva. Tais tópicos irão possibilitar ao leitor conhecer o público-alvo da pesquisa (pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva - AEE), como também aprender sobre a cultura da acessibilidade e desenho universal que foram aplicadas ao curso MOOC apresentado nesta dissertação.

2.1 Deficiência

Conforme o Censo, 45,6 milhões de brasileiros apresentam alguma deficiência, podendo ser física, visual, auditiva ou intelectual (IBGE, 2010). Isso significa que quase um quarto da população do país apresenta alguma deficiência, que pode se manifestar de maneira leve, moderada ou severa. No entanto, tão importante quanto conhecer os dados é entender o conceito da deficiência e o que significa ser uma pessoa com deficiência⁵.

É importante compreender que, segundo a Convenção Sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência, a deficiência é um conceito em evolução (ONU, 2007). A Convenção foi lançada em 2007, ratificada pelo Brasil com *status* de emenda constitucional em 2009 através do Decreto nº 6.949 e incorporada pela LBI em 2015 (BRASIL, 2009, 2015). Ela é considerada um divisor de águas no contexto da deficiência.

Antes de sua existência, havia a “**definição tradicional de deficiência**”, estruturada no modelo médico, que considerava apenas os aspectos físicos e

⁵ A Convenção sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência estabeleceu que o termo “portador de deficiência” foi substituído por “pessoa com deficiência”. (ONU, 2007). A pessoa não porta, não carrega sua deficiência, ela tem deficiência e, antes de ter a deficiência, ela é uma pessoa como qualquer outra.

biológicos do indivíduo. A partir da Convenção, inicia-se a construção da “**definição biopsicossocial da deficiência**”, ou seja, tal modelo é construído com base em aspectos sociais, sendo mais abrangente, uma vez que também considera aspectos sociais e culturais do indivíduo (ONU, 2007).

Conforme o modelo médico e segundo o Decreto nº 5.296, as pessoas com deficiência são aquelas que apresentam limitações ou incapacidades para o desempenho de atividades, podendo se enquadrar nas seguintes categorias:

- **Deficiência Física** - alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções;
- **Deficiência Auditiva** - perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz;
- **Deficiência Visual** - cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais o somatório da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores;
- **Deficiência Mental atualmente deficiência Intelectual** - funcionamento intelectual significativamente inferior à média, com manifestação antes dos dezoito anos e limitações associadas a duas ou mais áreas de habilidades adaptativas, tais como: comunicação; cuidado pessoal; habilidades sociais; utilização dos recursos da comunidade; saúde e segurança; habilidades acadêmicas; lazer; trabalho;
- **Deficiência Múltipla** - associação de duas ou mais deficiências;
- **Mobilidade Reduzida** - aquela que, não se enquadrando no conceito de pessoa com deficiência, tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentar-

se, permanente ou temporariamente, gerando redução efetiva da mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção (BRASIL, 2004).

Além desses grupos, segundo a Lei nº 12.764 em seu Art.1º, § 2º, a pessoa com Transtorno do Espectro Autista também é considerada pessoa com deficiência para todos os efeitos legais (BRASIL, 2012). Logo, a ela são garantidos legalmente os mesmos direitos assegurados às pessoas com deficiência. Em seu Art. 1º, § 1º, a mesma lei também estabelece que é considerada pessoa com Transtorno do Espectro Autista aquela que apresenta síndrome clínica caracterizada na forma dos seguintes itens:

I - deficiência persistente e clinicamente significativa da comunicação e da interação sociais, manifestada por deficiência marcada de comunicação verbal e não verbal usada para interação social; ausência de reciprocidade social; falência em desenvolver e manter relações apropriadas ao seu nível de desenvolvimento;

II - padrões restritivos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades, manifestados por comportamentos motores ou verbais estereotipados ou por comportamentos sensoriais incomuns; excessiva aderência a rotinas e padrões de comportamento ritualizados; interesses restritos e fixos. (BRASIL, 2012).

Com base no que foi apresentado, Diniz (2009) expõe que, no modelo médico, o conceito de deficiência aponta as características corporais do indivíduo como indesejadas e não considera tais atributos como naturais à diversidade humana. A mesma autora explica que as características do indivíduo devem ser tratadas para que possam ser curadas e normalizadas, uma vez que “o modelo médico propugna por uma interpretação da deficiência como uma limitação corpórea, que está sujeita a reabilitação, assim sendo, a deficiência é vista como problema de saúde, de modo que a pessoa com deficiência necessita de tratamento médico.” (DINIZ, 2009, p. 67). Ainda, conforme Garcia (2017), nessa concepção, as pessoas com deficiência, muitas vezes, eram impossibilitadas de assumir o controle de suas vidas, ficando reclusas ou segregadas em ambientes "especiais" para que não pudessem participar de atividades e convívio com outras pessoas.

A partir das definições acima apresentadas, percebe-se que o modelo médico é centrado apenas nas características físicas e biológicas de cada indivíduo, não levando em consideração o contexto social ou cultural. Logo para esse modelo, a

deficiência se encontra nas pessoas e se manifesta a partir de suas características que devem ser tratadas e curadas.

Com a Convenção Sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência, surge o modelo social e inicia-se a construção da definição biopsicossocial da deficiência (ONU, 2007). Essa mudança é um avanço, uma vez que trouxe a alteração do modelo médico para o modelo social, o qual esclarece que o fator limitante é o meio em que a pessoa está inserida e não a deficiência em si. Segundo Diniz (2009), com o modelo social, a deficiência passou a ser compreendida como uma experiência de desigualdade compartilhada por pessoas com diferentes tipos de impedimentos: não são cegos, surdos, deficientes físicos em suas particularidades corporais, mas pessoas com impedimentos, discriminadas e oprimidas pela cultura da normalidade.

Essa nova abordagem aponta que as deficiências não indicam, necessariamente, a existência de uma doença ou que a pessoa seja considerada doente. Como já afirmava Vygotsky (1997), a deficiência não pode ser reduzida aos seus componentes biológicos, como lesões cerebrais, malformações orgânicas e alterações cromossômicas, as quais ele define como deficiência primária. Para o autor, a deficiência também pode ser secundária quando é decorrente das mediações sociais, ou seja, quando o meio sociocultural em que os indivíduos com deficiência estão inseridos cria barreiras físicas, educacionais e atitudinais. Nesse sentido, a deficiência é resultante da interação de pessoas que têm deficiência e os diversos entraves que existem na sociedade. Assim, o novo conceito de deficiência, com base nesse modelo, é incorporado à LBI e, conforme seu Art. 2º:

Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. (BRASIL, 2015).

A partir desse novo conceito, é importante perceber que o modelo social se estrutura mediante avaliações do contexto de vida do indivíduo, englobando características sociais e culturais, não atentando somente para os atributos físicos e biológicos existentes na pessoa. Segundo esse novo modelo, são os entraves existentes no ambiente que impedem a plena e efetiva participação dessas pessoas na sociedade em igualdade de oportunidades com as demais pessoas (GARCIA, 2017).

Embora o modelo social seja o mais aceito atualmente, a definição de deficiência passa por um momento de transição entre a visão médica (ainda bastante utilizada na sociedade) e a visão social (ainda em construção). Essa transição ainda está ocorrendo, pois, conforme estabelecido pela LBI, o Poder Executivo criará instrumentos para avaliar a condição da deficiência, segundo a concepção biopsicossocial, trazida pela Convenção (BRASIL, 2015). O Art. 124 da LBI estabelece o prazo de até dois anos, contados da entrada em vigor da respectiva Lei (02 de janeiro de 2016), para a criação de instrumentos para a avaliação biopsicossocial.

Ainda que a LBI tenha estipulado o prazo de dois anos para a criação de um dispositivo para a avaliação biopsicossocial da deficiência, apenas em 2020 o Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência (CONADE) publicou a Resolução Nº 01, que aprovou o Índice de Funcionalidade Brasileiro Modificado (IFBrM) como instrumento adequado de avaliação da deficiência a ser utilizado pelo Governo Brasileiro. O IFBrM estabelece que ao avaliar a deficiência deve se considerar: a identificação e caracterização do avaliado, o que inclui seus dados pessoais, histórico de vida e outras informações; sua estrutura e funções corporais (diagnóstico médico); e por fim, a matriz de atividades e participação que abrange um conjunto de 07 domínios (aprendizagem e conhecimento; comunicação; mobilidade; cuidados pessoais; vida doméstica; educação, trabalho e vida econômica e relações e interações interpessoais) que reúne o total de 57 atividades (observar, ouvir, comer, beber, etc.) que devem ser analisadas (CONADE, 2020).

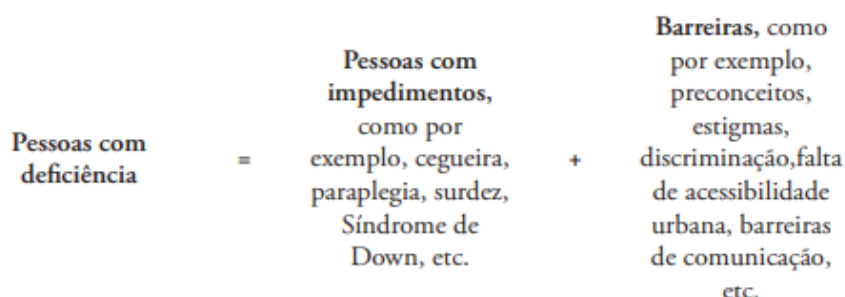
Portanto, a deficiência é um conceito em evolução, e como visto, o processo para sua avaliação biopsicossocial ainda é bastante recente (embrionário). Desse modo, tão importante quanto compreender a deficiência, é conhecer o conceito de barreira que está diretamente relacionado a ela.

2.2 Barreira: Conceituação e Caracterização

A partir do conceito de deficiência estabelecido na Convenção Sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência e incorporado pela LBI, observa-se que pessoa com deficiência é aquela que, em interação com uma ou mais barreiras existentes no meio, pode ter obstruída sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (ONU, 2007; BRASIL, 2015). Ou seja, a deficiência

é resultante da interação das pessoas que possuem algum impedimento com as barreiras existentes no meio, conforme apresenta o esquema da Figura 1.

Figura 1: Esquema do conceito de deficiência



Fonte: Garcia e ITS Brasil (2017)

O novo conceito de deficiência está diretamente atrelado ao conceito de barreira, portanto é preciso compreender o que elas significam. As barreiras são comumente associadas a edificações e espaços físicos, como, por exemplo, a falta de rampas, elevadores, portas, sanitários, transportes adaptados. No entanto, o conceito de barreira apresentado na LBI (BRASIL, 2015) abrange qualquer entrave, obstáculo ou comportamento que limite ou impeça o acesso, a liberdade de movimento, a circulação com segurança e a possibilidade de pessoas se comunicarem ou terem acesso à informação. Essa mesma lei ainda classifica a natureza das barreiras como:

- **Barreiras urbanísticas** - entraves que estão nas vias e espaços públicos ou privados abertos ao público ou de uso coletivo;
- **Barreiras arquitetônicas** - entraves existentes nos edifícios públicos ou privados;
- **Barreiras nos transportes** - entraves que existem nos sistemas ou meios de transporte;
- **Barreiras atitudinais** - atitudes e comportamentos que impeçam, dificultem ou impossibilitem a participação social das pessoas com deficiência em igualdade de condições e oportunidades com as demais pessoas;
- **Barreiras nas comunicações e na informação** - qualquer entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que dificulte ou impossibilite a expressão ou o recebimento de mensagens e de informações por intermédio de sistemas de comunicação e de tecnologia da informação;

- **Barreiras tecnológicas** - entraves que dificultam ou impedem o acesso da pessoa com deficiência às tecnologias.

Portanto, ambientes, artefatos e conteúdos que não são pensados para atender ao maior número possível de usuários resultam em deficiências ao possibilitarem o desenvolvimento de barreiras que geram exclusão, incapacidade e limitações. Desse modo, é preciso projetar qualquer recurso, espaço ou ambiente, levando em consideração as dimensões de acessibilidade e os princípios do desenho universal.

2.3 Acessibilidade e Desenho Universal

Acessibilidade pode ser entendida como a possibilidade de transpor barreiras, ou ainda, a ausência dessas barreiras nos diversos meios sociais. De acordo com o Art 3º da LBI, entende-se por acessibilidade:

Acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida; (BRASIL, 2015).

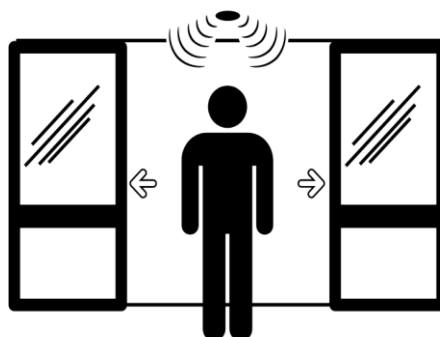
Sasaki (2009) desmembra esse conceito ao explicar que algo é acessível quando diminui ou elimina barreiras em seis grandes dimensões, quais sejam:

- **Arquitetônica** – sem barreiras nos espaços físicos, como prédios, residências, vias públicas e privadas;
- **Metodológica** – sem barreiras nos métodos, teorias e técnicas de trabalho;
- **Instrumental** – sem barreiras nos instrumentos, ferramentas e utensílios utilizados;
- **Programática** – sem barreiras invisíveis incorporadas em normativas;
- **Atitudinal** – sem entraves culturais (preconceitos, estigmas, estereótipos e discriminação);
- **Comunicacional** – sem problemas que impossibilitem o acesso aos meios de comunicação e informação.

Já o desenho universal ou desenho para todos abrange a concepção de produtos, ambientes, programas e serviços (conteúdos) a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de Tecnologia Assistiva (BRASIL, 2015). Tecnologia Assistiva pode ser considerada qualquer recurso, equipamento, artefato ou serviço que tem por finalidade proporcionar maior autonomia e qualidade de vida às pessoas com deficiência. Segundo o Centro para Desenho Universal da Universidade do Estado da Carolina do Norte (CUD, 2015) e Carletto e Cambiaghi (2008), esse conceito está estruturado sobre sete princípios, sendo eles:

- I. **Uso Equiparável** – esse princípio diz respeito a tornar igual, ou seja, produzir espaços, produtos, recursos e serviços, que possam ser utilizados por indivíduos com diferentes capacidades, como, por exemplo, portas com sensores ou que permitem o alcance das mãos de usuários com diferentes alturas, conforme ilustrado pela Figura 2.

Figura 2: Exemplo do Princípio Equiparável



Fonte: Carletto e Cambiaghi (2008)

- II. **Uso Flexível** – permite ser adaptável, ou seja, fornecer artefatos que atendam usuários com diferentes habilidades e diversas preferências, podendo atender a qualquer uso, como, por exemplo, uma tesoura que pode ser utilizada por destros e canhotos, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3: Exemplo do Princípio Flexível

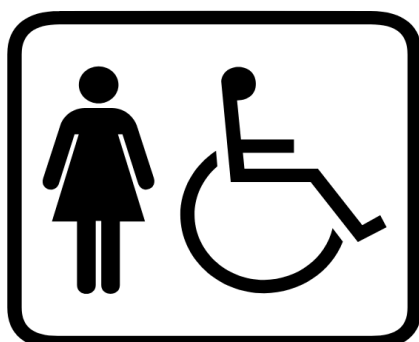


*Tesoura que se adapta a
destros e canhotos.*

Fonte: Carletto e Cambiaghi (2008)

- III. **Uso Simples e Intuitivo** – prioriza o fácil entendimento para que qualquer pessoa possa entender independentemente de conhecimentos, habilidades de linguagem ou nível de concentração, como no caso das placas para identificação de sanitários, como esquematizado na Figura 4;

Figura 4: Exemplo do Princípio Simples e Intuitivo



**Sanitário feminino e para
pessoas com deficiência.**



**Sanitário masculino e para
pessoas com deficiência.**

Fonte: Carletto e Cambiaghi (2008)

- IV. **Informação de Fácil Percepção** - a informação necessária é transmitida de forma a atender as necessidades do usuário, independentemente de limitação física, cognitiva ou tecnológica. Aqui se encaixam o uso de placas, do sistema Braille, o uso da Língua Brasileira de Sinais (Libras), sistemas sonoros, entre outros recursos, como exposto na Figura 5.

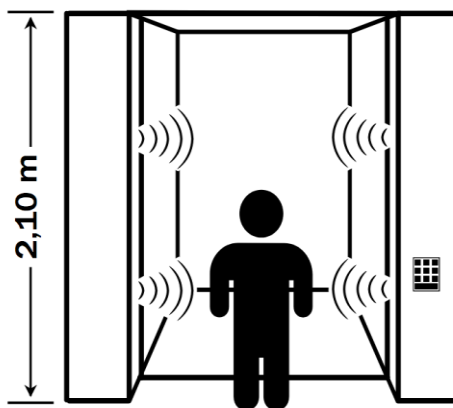
Figura 5: Exemplo do Princípio Informação de fácil percepção



Fonte: Carletto e Cambiaghi (2008)

- V. **Tolerante ao Erro** - diz respeito à segurança, isto é, prevenir erros e problemas como também consequências de atos acidentais ou não intencionais, como no caso de elevadores com sensores em diferentes alturas que permitem que usuários entrem sem riscos de fechamento da porta, conforme exibido na Figura 6.

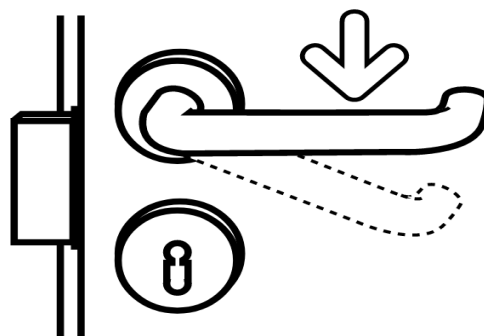
Figura 6: Exemplo do Princípio Tolerante ao Erro



Fonte: Carletto e Cambiaghi (2008)

- VI. **Sem Esforços** - preconiza o reduzido esforço físico, é ergonômico, promove o conforto com o mínimo possível de fadiga, como maçanetas de alavancas, torneiras que possuem sensores, dentre outros, como demonstrado na Figura 7.

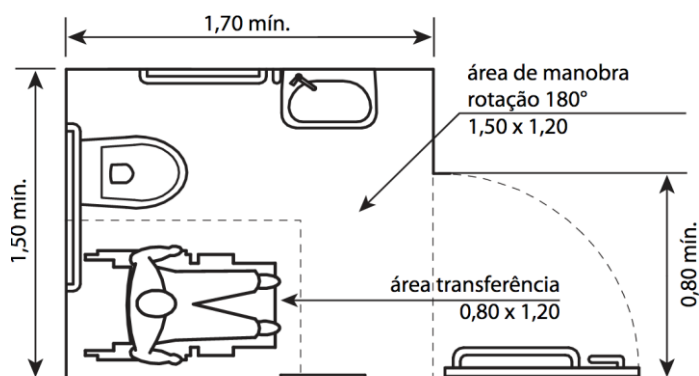
Figura 7: Exemplo do Princípio Sem esforços



Fonte: Carletto e Cambiaghi (2008)

- VII. **Dimensão e Espaço para Aproximação e Uso** – é abrangente, estabelecendo dimensões e espaços apropriados para o acesso, o alcance, a manipulação e a utilização, independentemente de características físicas, como, por exemplo, tamanho do corpo, postura ou mobilidade. São exemplos desse princípio portas com tamanhos adequados para cadeirantes ou mães com carrinhos de bebês, dentre outros, como representado na Figura 8.

Figura 8: Exemplo do Princípio Dimensão e Espaço para Aproximação e Uso



Fonte: Carletto e Cambiaghi (2008)

A acessibilidade e o desenho universal são conceitos estritamente relacionados, assim são indissociáveis e essenciais em projetos das mais variadas áreas. Essa relação está estabelecida, uma vez que a acessibilidade possui como objetivo principal permitir o acesso de qualquer usuário a qualquer espaço ou informação, seja ela física ou virtual, facilitando também seu uso e compreensão. Logo, se acessibilidade significa proporcionar acesso, o desenho universal fornece o caminho para que esse acesso possa ser alcançado, por meio de projetos desenvolvidos de modo a permitir o uso por qualquer usuário.

2.4 Inclusão e Educação Inclusiva

Segundo o Art. 26º da Declaração Universal dos Direitos Humanos e o art 6º da Constituição Federativa do Brasil, a educação constitui direito de todos, inclusive das pessoas com deficiência (ONU, 1948; BRASIL, 1988). O direito à educação já é assegurado às pessoas com deficiência pela normativa supramencionada, no entanto, tal direito ainda é reforçado pelo Art. 24º da Convenção sobre os direitos da pessoa com deficiência, documento esse ratificado pelo Brasil com status de emenda constitucional através do Decreto nº 6.949 e incorporada à LBI (ONU, 2007; BRASIL, 2009; BRASIL, 2015). Logo, a LBI, através de seu Art. 27, estabelece que:

A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. (BRASIL, 2015).

Atualmente a sociedade e principalmente os espaços educacionais incentivados pelo movimento pela inclusão passam por reformulações gradativas para que possam atender toda a diversidade humana, inclusive as pessoas que possuem alguma deficiência. No entanto, conforme Bernardes (2006) argumenta, nem sempre foi assim, sendo necessário percorrer um caminho para alcançar o modelo de educação especial com perspectiva inclusiva que se tem hoje.

Conforme Bernardes (2006) descreve, por muito tempo, as iniciativas governamentais e privadas para a educação especial ocorreram de maneira isolada, contribuindo para que até 1956 o modelo integracionista vigorasse no Brasil. O modelo integracionista considerava que a educação especial ocorreria de maneira paralela ao ensino regular, e o aluno com deficiência deveria se adaptar às condições impostas pela instituição, independentemente de existir ou não peculiaridades ao longo de seu processo de ensino e aprendizagem. Nesse modelo, era comum que a educação de PCDs ocorresse, muitas vezes, apenas em centros de educação especial. Sasaki (2010) complementa quando coloca que a sociedade estava disposta a receber os “portadores de deficiência” com a condição de que eles se adaptassem aos serviços por ela fornecidos.

A partir do final da década de 1950, conforme apresenta Bernardes (2006), começam a surgir iniciativas nacionais e internacionais articuladas na área da

educação inclusiva, abrindo caminho para o modelo de educação especial na perspectiva da inclusão. Um importante documento que alavancou esse modelo em âmbito internacional foi a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), mencionando que as instituições de ensino regulares com orientação inclusiva são os espaços mais eficazes de combater atitudes discriminatórias, criando-se comunidades acolhedoras, construindo uma sociedade inclusiva e alcançando a educação para todos. Também é estabelecido que “as escolas deveriam acomodar todas as crianças independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras”. (MEC, 2006, p. 9). Assim, a sociedade e principalmente as instituições de ensino passam a trabalhar na perspectiva da inclusão, ou seja:

Inclusão é o processo pelo qual os sistemas sociais comuns são tornados adequados para toda a diversidade humana – composta por etnia, raça, língua, nacionalidade, gênero, orientação sexual, deficiência e outros atributos – com a participação das próprias pessoas na formulação e execução dessas adequações. (SASSAKI, 2009, p.1).

Com base nesse contexto, a inclusão de PCDs no contexto educacional é um processo contínuo que acontece em classes regulares e anda em conjunto com a educação especial. Assim, a educação especial é definida como uma modalidade transversal a todos os níveis e modalidades de ensino, enfatizando a atuação complementar da educação especial ao ensino regular (BRASIL, 1999). Em complemento a Lei nº 12.796 que altera a Lei nº 9.394, também conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), entende-se por educação especial a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino para educandos com deficiência (BRASIL, 2013; BRASIL, 1996). A Política Nacional da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, que é o documento maior que estabelece orientações para a educação especial no Brasil, conceitua a educação especial como:

uma modalidade de ensino que perpassa todos os níveis, etapas e modalidades, realiza o atendimento educacional especializado, disponibiliza os recursos e serviços e orienta quanto a sua utilização no processo de ensino e aprendizagem nas turmas comuns do ensino regular (MEC, 2008).

Além de abordar o conceito de educação especial na perspectiva inclusiva e suas características, a referida política, juntamente com o Decreto nº 7.611, enfatizam o que é AEE, sua função e importância para as instituições inclusivas (BRASIL, 2011).

Para esses documentos, o Atendimento Educacional Especializado tem como função identificar, elaborar e organizar recursos pedagógicos e de acessibilidade que eliminem as barreiras para a plena participação dos estudantes, considerando suas especificidades (MEC, 2008; BRASIL, 2011).

Em relação às atividades realizadas no AEE, elas diferenciam-se das realizadas na sala de aula regular e devem preferencialmente ser realizadas nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRMs), que são ambientes específicos e dotados de equipamentos, mobiliários e materiais didáticos e pedagógicos para a oferta do serviço. Além disso, o AEE deve ser realizado por profissionais especializados para a realização de diversas atividades, como ensino da Libras, da língua portuguesa na modalidade escrita como segunda língua, no ensino do sistema Braille, da orientação e mobilidade, programas de enriquecimento curricular, na produção de materiais didático pedagógicos adaptados, na confecção, escolha, uso e avaliação de Tecnologia Assistiva, dentre outros (MEC, 2008; BRASIL, 2011).

Em instituições que ofertam ensino superior, como, por exemplo, Universidades e Institutos Federais, recomenda-se que o AEE seja realizado junto aos Núcleos de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNEs) ou Núcleos de Acessibilidade e Inclusão (NAIs). Assim, segundo a Política, nos espaços de ensino superior, as atividades da educação especial e AEE incluem ações que envolvem o planejamento e a organização de recursos e serviços para a promoção da acessibilidade arquitetônica, nas comunicações, nos sistemas de informação, nos materiais didáticos e pedagógicos, que devem ser disponibilizados nos processos seletivos e no desenvolvimento de todas as atividades que envolvam o ensino, a pesquisa e a extensão (MEC, 2008).

Em síntese, a educação especial, na perspectiva inclusiva, é aquela em que todos aprendem juntos, com instituições de ensino preparadas para receber a diversidade humana e atender às necessidades específicas de seus alunos. Assim, no que tange às pessoas com deficiência, elas devem estar presentes, participando e aprendendo na escola, inseridas no ensino regular e em espaços para o AEE. Em relação ao AEE, esse é um serviço indispensável que necessita de profissionais especializados que tenham conhecimentos em diversas áreas, principalmente aquelas relacionadas à confecção, escolha, uso e avaliação da Tecnologia Assistiva por pessoas com deficiência.

3 TECNOLOGIA ASSISTIVA

“Para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.
(RADABAUGH, 1993 apud BERSCH, 2017, p. 2)

Neste capítulo, será abordado o conceito de Tecnologia Assistiva, sua classificação e alguns exemplos, de maneira que o leitor consiga compreender como esses artefatos são importantes para as pessoas com deficiência e qual a necessidade de fabricá-los a baixo custo no contexto educacional. Ainda, tal seção terá maior enfoque no conceito de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo (TABC) e Tecnologia Assistiva de Acesso ao Computador, uma vez que um deles estará diretamente relacionado à fabricação digital, e o outro, ao acesso das pessoas com deficiência ao meio digital, inclusive cursos MOOCs em AVEAs.

3.1 O Conceito de Tecnologia Assistiva

As pessoas com deficiência utilizam a Tecnologia Assistiva (TA), Ajudas Técnicas (AT), também chamados de “produtos de apoio” ou “produtos assistivos”, para realizar tarefas do cotidiano em diversos espaços, como, por exemplo, em casa, no trabalho, no espaço escolar, entre outros. Para Cook e Hussey (2007), a TA é definida como uma série de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minimizar os problemas funcionais encontrados pelas pessoas com deficiência. Para Sartoretto e Bersch (2019), o conceito de Tecnologia Assistiva ainda é recente e procura abranger um conjunto de recursos e serviços que tem por objetivo proporcionar ou ampliar habilidades funcionais da pessoa com deficiência, proporcionando uma vida mais independente e inclusiva para essas pessoas. Conforme a LBI:

Tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social; (BRASIL, 2015).

A Norma ISO 9999, de 2016, estabelece que a TA, também chamada de produtos assistivos, são todo e qualquer produto (incluindo dispositivos,

equipamentos, instrumentos e software) especialmente produzidos, disponíveis e usados por pessoas com deficiência para promover a participação, para proteger, apoiar, treinar, medir ou substituir funções do corpo/estruturas e atividades ou para evitar deficiências, limitações em atividades ou restrição de participação dos usuários (ISO, 2016). O *Assistive Technology Act*, que é uma lei americana que traz o conceito de Tecnologia Assistiva complementa quando menciona que a TA abrange também serviços específicos, que incluem a avaliação das necessidades da pessoa com deficiência, uma avaliação funcional do seu ambiente ou ambientes, a seleção, adaptação, customização, aplicação, experimentação, manutenção, reparo, substituição ou doação de recursos, aquisição ou desenvolvimento de recurso, coordenação e uso das terapias necessárias, dentre outros (USA, 2004). O Comitê de Ajudas Técnicas CAT da Secretaria Especial de Direitos Humanos (SEDH) vai além quando expõem que a TA é:

uma **área do conhecimento, de característica interdisciplinar**, que engloba **produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços** que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (CAT, 2007, p. 3, grifos do autor).

Com base nesses conceitos, enfatiza-se que, diferentemente de outras categorias de tecnologia que são organizadas por temática de uso (educação, informática, saúde, eletrônica, etc.), o conceito de TA se diferencia dos demais por apresentar uma peculiaridade. O que diferencia a TA é sua especificidade, ou seja, por caracterizar “produtos de apoio” para uso individual de pessoas com deficiência com a finalidade de melhorar ou proporcionar uma funcionalidade para uma vida mais independente, autônoma e com qualidade de vida. Portanto, a TA oferece múltiplas possibilidades, tornando-se transversal a todas as demais áreas tecnológicas. (GARCIA, 2017).

3.2 Classificação da Tecnologia Assistiva

Com base nos conceitos apresentados anteriormente, autores, como Sartoretto e Bersch (2019), Bersch (2017) e Galvão Filho (2009), enfatizam a classificação da Tecnologia Assistiva em dois grupos, sendo eles os recursos de TA e os serviços de TA.

Os **recursos de TA**, conforme ilustra a Figura 9, abrangem todo e qualquer equipamento ou parte dele (componente), produto, sistema, fabricado em série ou sob medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência (BERSCH, 2017).

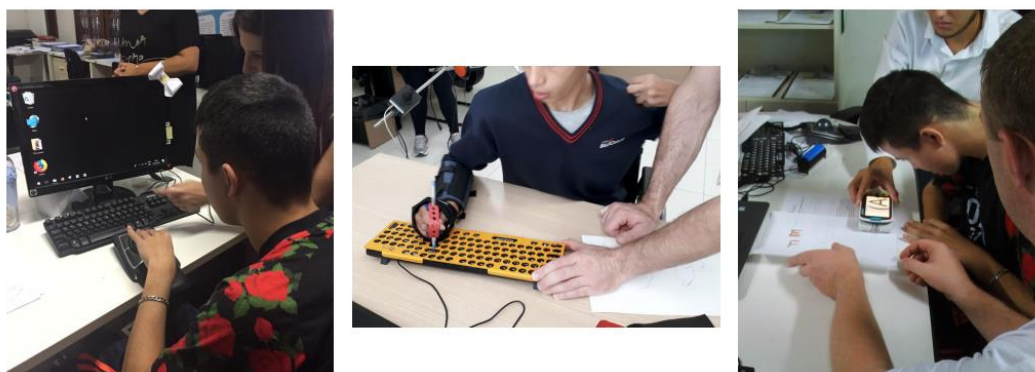
Figura 9: Exemplos de recursos de TA



Fonte: CTA/IFRS (2019)

Já, os **serviços de TA**, conforme esquematiza a Figura 10, incluem profissionais (fonoaudiólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, intérpretes de Libras, professores do AEE, arquitetos, designers, técnicos de informática, dentre outros) que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar, confeccionar, usar e avaliar os recursos de TA (BERSCH, 2017).

Figura 10: Exemplos de serviços de TA



Fonte: CTA/IFRS (2019)

Como apresentado por Sonza et al. (2020a), a abrangência do conceito de recurso ou serviço de TA pode variar de acordo com autores e legislação específica

de cada país, como, por exemplo, o *Assistive Technology Act*, que traz o conceito de Tecnologia Assistiva e a definição de recursos e serviços de TA. (USA, 2004). Além dessa legislação, outro exemplo é o consórcio EUSTAT - *Empowering Users Through Assistive Technology* e o consórcio EASTIN - *European Assistive Technology Information Network*, ambos firmados entre países da União Europeia para definir o conceito, a classificação e aplicação da Tecnologia Assistiva. (EUSTAT, 1999; EASTIN, 2005).

Como o foco desta dissertação está especificamente na fabricação de recursos de TA de Baixo Custo, destaca-se que os recursos de TA estão inseridos em diversas áreas da vida da pessoa com deficiência, auxiliando na comunicação, no controle de ambientes, no processo educacional, nas adaptações em postos de trabalho, na condução de veículos, na realização de atividades de lazer, na execução de tarefas da vida diária, entre outras (BERSCH, 2017). Consequentemente, são considerados recursos de Tecnologia Assistiva, portanto, desde artefatos simples, como uma colher adaptada, uma bengala ou um lápis com uma empunhadura mais grossa para facilitar a preensão, até sofisticados sistemas computadorizados, utilizados com a finalidade de proporcionar uma maior independência e autonomia à pessoa com deficiência (GALVÃO FILHO, 2009)

Nesta dissertação, optou-se pela classificação dos recursos de TA apresentada por Bersch (2017). Tal classificação, mostrada no Quadro 1, foi escolhida por ser amplamente utilizada na literatura nacional, foi utilizada na Portaria Interministerial nº 362 (BRASIL, 2012), que normatiza o limite de crédito para aquisição de artefatos de TA e, além disso, também é considerada pelo pesquisador como de mais fácil assimilação pelos leitores.

Quadro 1: Classificação dos Recursos de Tecnologia Assistiva

CATEGORIA	CONCEITO	ALGUNS EXEMPLOS
AVD - Auxílios para a Vida Diária	Materiais e produtos para auxílio em tarefas rotineiras tais como comer, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais, manutenção da casa etc.	Talheres modificados, suporte para utensílios domésticos, roupas adaptadas, barras de apoio, empunhaduras para lápis, tesoura, dentre outros
CAA - Comunicação Alternativa e Aumentativa	Recursos, eletrônicos ou não, que permitem a comunicação expressiva e receptiva das pessoas sem a fala ou com limitações da mesma.	Pranchas, cartões, pastas de comunicação, vocalizadores, computadores com softwares específicos, smartphones com aplicativos específicos, entre outros.

CATEGORIA	CONCEITO	ALGUNS EXEMPLOS
Recursos de Acesso ao Computador	Recursos de hardware ou software que permitem ou facilitam o acesso ao computador e o meio digital.	Leitores e ampliadores de tela, mouses e teclados adaptados, linha braille, aplicativos que transformam texto em libras, dentre outros
Sistemas de Controle de Ambiente	Sistemas eletrônicos que permitem às pessoas com limitações físico-motoras controlar remotamente aparelhos eletro eletrônicos localizados em seu quarto, sala, escritório, casa e arredores.	Controle remoto acionado de maneira direta ou indireta que permite controlar as funções do ambiente, controle de ambiente por voz, dentre outros.
Projetos Arquitetônicos para Acessibilidade	Projetos de edificação e urbanismo que proporcionam adaptações estruturais e reformas em residências e/ou ambiente de trabalho, que retiram ou reduzem as barreiras físicas, facilitando a locomoção da pessoa com deficiência	Rampas, elevadores, adaptações em banheiros, entre outros.
Órteses e Próteses	Próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo. Órteses são colocadas junto a um segmento corpo, garantindo-lhe um melhor posicionamento, estabilização e/ou função	Normalmente confeccionadas sob medida e servem no auxílio de mobilidade, de funções manuais (escrita, digitação, utilização de talheres, manejo de objetos para higiene pessoal), correção postural, entre outros
Adequação Postural	Recursos que ajudem os sujeitos a ter uma postura estável e confortável, favorecendo um bom desempenho funcional.	Almofadas especiais, assentos e encostos anatômicos, posicionadores, contentores, entre outros.
Auxílios de Mobilidade	Recursos utilizados para auxiliar na mobilidade das pessoas com deficiência.	Bengalas, muletas, cadeiras de rodas manuais ou motorizadas, andadores, entre outros.
Auxílio para classificação de habilidade visual de recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas.	Equipamentos que visam à independência das pessoas com deficiência visual na realização de tarefas diárias.	Lentes, lupas, telelupas, leitores de tela, ampliadores de tela, impressoras braille, linha braille, lupas eletrônicas, calculadoras falantes, entre outros.
Auxílio para pessoas com surdez ou <i>déficit</i> auditivo	Equipamentos que visam à independência das pessoas com deficiência auditiva na realização das tarefas diárias.	Equipamentos com infravermelho, aparelhos para surdez, telefones com teclado, sistemas com alerta tátil-visual, dicionários digitais em Libras, entre outros.
Mobilidade em veículos	Adaptações realizadas em veículos automotores para auxiliar no deslocamento da pessoa com deficiência.	Elevadores e rampas para cadeiras de rodas, como giratório para volante, controle de comando elétrico para carros, entre outros.
Esporte e Lazer	Recursos que favorecem a prática de esporte e participação em atividades de lazer.	Cadeira de rodas/basquete, bola sonora, auxílio para segurar cartas e prótese para escalada no gelo, etc.

Fonte: Bersch (2017)

Com base nessas categorias, é relevante para os objetivos desta dissertação esclarecer que, para terem acesso aos conteúdos em formato digital, aos sites, portais e sistemas web, como, por exemplo, AVEAs e os cursos neles disponíveis, as pessoas com deficiência utilizam recursos de Tecnologia Assistiva de acesso ao computador, também conhecidos como recursos de acessibilidade ao computador. Para Bersch (2017), e conforme mostrado na Figura 11, esses recursos englobam o conjunto de *hardwares* e *softwares* projetados especificamente para tornar o computador acessível a usuários que apresentem privações sensoriais (visuais e auditivas), intelectuais e motoras.

Figura 11: Alguns exemplos de recursos de TA de acesso ao computador



Fonte: CTA/IFRS (2017)

Os recursos de TA de acesso ao computador incluem dispositivos de entrada (mouses, teclados e acionadores diferenciados) e dispositivos de saída (sons, imagens, informações táteis). São alguns exemplos de recursos de Tecnologia Assistiva para acesso ao computador:

- leitores de tela utilizados por usuários cegos ou que possuem baixa visão;
- ampliadores de tela utilizados por pessoas com baixa visão;
- linha ou display Braille para usuários com deficiência visual ou surdocegos;
- dicionários online, softwares e aplicativos que traduzem ou interpretam conteúdos em Libras;
- teclados adaptados, opções de mouse e acionadores (realizam o clique do mouse) para pessoas com limitações motoras;

- extensões de navegadores que permitem alterar o esquema de cores, alterar tamanho e tipo de fonte, interpretar texto em Libras, transformar texto em voz, dentre outros.

Sobre os recursos de TA, também se observa que, embora divididos em categorias distintas, muitos desses artefatos são utilizados no contexto escolar com a finalidade de proporcionar mais autonomia, independência e qualidade de vida para seus usuários na realização de atividades e tarefas educacionais. Segundo a Cartilha de Tecnologias Assistivas nas Escolas, elaborada pelo Instituto de Tecnologia Social⁶ (organização da sociedade civil com interesse público que busca, através da ciência e tecnologia, resolver problemas da sociedade), esses recursos podem ter o propósito de estimulação sensorial, lazer e recreação, Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA), facilitadores de preensão, recursos pedagógicos, atividades da vida diária (AVD), ajudas para informática, mobiliário e transporte escolar (ITS BRASIL e MICROSOFT EDUCAÇÃO, 2008).

A Norma ISO 9999 (2016) aponta que os artefatos de TA no contexto escolar podem incluir: produtos de apoio para a visão; produtos de apoio para audição; produtos de apoio para leitura, escrita e cálculo; dispositivos para gravar, reproduzir e visualizar informações em áudio e vídeo; ferramentas para alarme sonoro e sinalização visual; produtos de apoio para comunicação (CAA) e dispositivos para uso do computador. Para melhor visualização, o Quadro 2, mostra o detalhamento dessas categorias por meio de exemplos de recursos e do público-alvo que deles fazem uso.

Quadro 2: Produtos de apoio no contexto educacional

Categoria	Recursos	Público
Produtos de apoio para a visão	Lupas manuais Lupa eletrônica Materiais ampliados Materiais em braille Materiais em relevo Máquina braille Impressoras braille	Alunos com baixa visão ou alunos cegos
Produtos de apoio para a audição	Aparelhos auditivos Transmissor FM Legendas Libras	Alunos com baixa audição ou alunos surdos

⁶ Site do ITS Brasil disponível em: <http://itsbrasil.org.br/>

Categoria	Recursos	Público
Produtos de apoio para escrita	Auxílios para segurar lápis/caneta Software/ferramenta de ditado (converte fala para texto) Ferramenta de predição de palavras Plano inclinado Produtos para fixar ou segurar a folha Extensores Engrossadores	Alunos com dificuldade na escrita
Produtos de apoio para leitura	Auxílio para leitura de livros físicos Audiolivros Software que converte texto para fala Modo de leitura dos navegadores	Alunos com dificuldade de leitura e compreensão do texto lido
Produtos de apoio para cálculo	Ábaco Calculadora sonora Softwares especiais	Alunos com limitações visuais, discalculia, deficiência intelectual ou aqueles com dificuldades na realização de cálculos matemáticos
Produtos de apoio que permitem gravar, reproduzir e visualizar informações em áudio e visual	Gravador portátil Câmera filmadora	Alunos com dificuldade em fazer anotações em sala de aula; Alunos com dificuldades de atenção, memória ou organização
Produtos de apoio para comunicação (CAA)	Pranchas de comunicação Vocalizadores Softwares e aplicativos de CAA Softwares texto para fala	Alunos incapazes ou com dificuldades de usar o discurso verbal para se comunicar
Produtos de apoio para emitir alarme, indicar, recordar e sinalizar	Sinal sonoro e luminoso Sinalização acessível Recursos para planejamento e organização	Alunos com deficiência visual, deficiência auditiva ou com dificuldade de atenção, memória ou organização
Dispositivos para uso do computador	Mouses alternativos Teclados alternativos Acionadores Ampliadores de tela Leitores de tela Softwares de controle por voz Aplicativos diversos para acessibilidade	Alunos com qualquer tipo de limitação que cause dificuldade para utilizar o computador da forma convencional

Fonte: Sonza et al. (2020b, p. 248 e 249) adaptado de ISO (2016)

Além dessas ferramentas, outros recursos de TA indispensáveis para a inclusão de estudantes com deficiência são os materiais pedagógicos adaptados que se caracterizam como recursos capazes de atender às especificidades dos alunos com deficiência e outras especificidades que frequentam o sistema regular ou especial de ensino, possibilitando ao professor e ao aluno, condições necessárias e mecanismos que favoreçam uma construção rica do processo educativo, tocante às

mediações realizadas em sala de aula, contribuindo assim para a ampliação das possibilidades de organização da estrutura de ensino e de interação social, destes indivíduos (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2009).

Assim, é possível perceber a importância dos artefatos de TA para o processo de inclusão e, conseqüentemente, êxito de educandos com deficiência ao longo de sua formação. Logo, pensando em atender diferentes contextos educacionais, é necessário buscar recursos de Tecnologia Assistiva que possam ser adaptados, confeccionados, utilizados, avaliados e distribuídos de maneira acessível ao público que realmente necessita.

3.3 TECNOLOGIA ASSISTIVA DE BAIXO CUSTO (TABC)

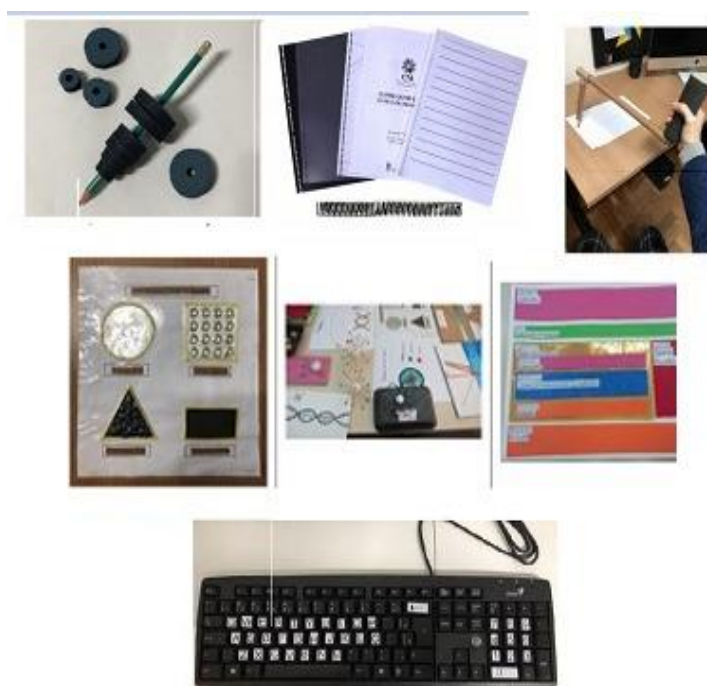
De acordo com Sonza et al. (2013), os produtos de Tecnologia Assistiva são, normalmente, comercializados por valores elevados e, em muitos casos, inacessíveis para a maioria dos usuários. Além disso, em determinados casos, esses artefatos, mesmo que adquiridos comercialmente, necessitam de algumas adaptações para que possam atender à necessidade de seus usuários finais. Assim, a TABC surge para suprir essa necessidade ao desenvolver produtos similares aos industrializados, porém mais baratos e adaptados às especificidades de cada usuário.

A TABC é todo recurso desenvolvido e/ou adaptado a baixo custo para promover autonomia e melhoria nas Atividades da Vida Diária de cada pessoa com deficiência ou limitação em particular (ITS, 2007). Nessa circunstância, a TABC pode ser entendida como uma linha da Tecnologia Assistiva produzida utilizando recursos com custo mínimo, de modo a atender às necessidades específicas de cada usuário. Ainda, conforme Bersch (2017), os recursos de TABC são aqueles equipamentos ou recursos geralmente com pouca sofisticação, confeccionados ou adaptados de maneira artesanal ou individualizada por terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas e professores da rede regular ou AEE, com materiais de baixo custo disponíveis no cotidiano das instituições ou na rotina da pessoa com deficiência.

Nessas circunstâncias, são diversos os recursos de apoio de baixo custo que podem ser confeccionados e utilizados na educação, principalmente se os profissionais da educação inclusiva considerarem as necessidades de cada estudante, a realidade da instituição e os diferentes tipos de materiais disponíveis. Segundo o CTA e, conforme esquematiza a Figura 12, são alguns exemplos de

recursos de TABC produzidos para a educação: os facilitadores para escrita, produzidos com EVA; os cadernos com pauta ampliada, confeccionados com editores de texto e impressoras convencionais; os extensores para lápis e pinceis produzidos com canos de PVC; teclados adaptados para baixa visão, que consistem em teclados comuns nos quais foram coladas letras maiores e contrastantes sobre as teclas; materiais adaptados para ensino de diferentes disciplinas construídos com sucata, cores contrastantes, letras ampliadas, texturas e Braille; dentre outras ferramentas (IFRS, 2019).

Figura 12: Alguns exemplos de recursos de TABC na educação



Fonte: CTA (IFRS, 2019)

Considerando o conceito de TA e de TABC é importante que os profissionais envolvidos no processo de seleção, confecção, uso e avaliação de recursos de TA estejam cientes das etapas, estratégias, metodologias e demais aspectos envolvidos com esse trabalho. O conhecimento de tais informações possibilitará a sistematização dos procedimentos e também maior chance de êxito no atendimento das especificidades da pessoa com deficiência.

3.4 Seleção, Confeção, Uso e Avaliação de Recursos de TA

Ao trabalhar com Tecnologia Assistiva, principalmente em um contexto educacional, é indispensável compreender que o processo envolve as pessoas com deficiência e também uma equipe multidisciplinar com profissionais de diversas áreas, como designers, engenheiros, profissionais da saúde, da informática, da arquitetura, da educação inclusiva e muitos outros. Além disso, em relação aos recursos de TA, eles devem solucionar as dificuldades que o indivíduo possui na vida pessoal ou funcional.

Segundo Haven (2008), o trabalho com recursos de TA envolve diversos passos como: a definição do problema ou desafio a ser solucionado; a busca de informações sobre o problema ou desafio; a pesquisa por possíveis soluções (ferramentas e estratégias); a realização de testes e experimentos das soluções encontradas e, por fim a implementação e documentação dos resultados alcançados. Sonza et al. (2020a) recomenda que para sistematizar essas etapas e documentar todas as informações é conveniente utilizar instrumentos, como por exemplo, fichas ou formulários para identificar a necessidade de TA, fichas para testar os recursos de TA com os usuários e também checklists com roteiros para avaliação de diversos aspectos (*design*, uso, funções, segurança, etc.) referentes ao recurso de TA em si.

Haven (2008) expõe também que durante todo processo de seleção, confecção, uso e avaliação de recursos de TA, devem ser considerados aspectos importantes como:

- **o indivíduo/usuário dos recursos de TA** - considerar quais são as suas potencialidades/habilidades que o estudante consegue fazer;
- **a(s) tarefa(s) que precisa(m) ser realizada(s)** - considerar o que o estudante necessita realizar, como por exemplo, ler, escrever, digitar, se locomover, se comunicar, etc.
- **o recurso de TA** - pesquisar se já existem alternativas que solucionam o problema, pesquisar se já existem alternativas gratuitas, caso não existam soluções gratuitas é melhor adquirir ou fabricar a baixo custo. No caso de fabricar, se perguntar quais os materiais, equipamentos e profissionais que farão parte do processo?

- **o contexto** - observar se o contexto é educacional, profissional, doméstico, de lazer, dentre outros a fim de considerar todas as variáveis existentes no ambiente.

Embora o processo de seleção, confecção, uso e avaliação da Tecnologia Assistiva siga etapas estabelecidas como supramencionado, é fundamental compreender que cada percurso é único, uma vez que envolve indivíduos com diferentes especificidades. Ainda, os profissionais envolvidos devem realizar atendimentos personalizados com os usuários com deficiência, buscando em grande parte dos casos prototipar recursos de apoio customizados e de baixo custo que atendam às suas reais necessidades. Em vista de tudo isso, o movimento *maker* e a fabricação digital podem ser um caminho com inúmeras possibilidades, já que recorrem a diferentes materiais, equipamentos e processos para a prototipação de diferentes artefatos.

4 MOVIMENTO *MAKER* E FABRICAÇÃO DIGITAL

“Do-it-Yourself” ou “Faça você mesmo”

Movimento Maker

Este capítulo abordará o que é movimento *maker* e fabricação digital, espaços e ferramentas de fabricação digital, a fim de trazer um breve embasamento sobre o assunto. Além disso, apresentará a prototipagem rápida como uma alternativa para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo, citando alguns exemplos de iniciativas nessa área.

4.1 O Movimento *Maker* e o Conceito de Fabricação Digital

Atualmente, a cultura *maker* tem se popularizado em diversos espaços, principalmente em ambientes educativos. *Maker* (criador) é um termo que remete geralmente a um grupo de pessoas que costumam construir/adaptar coisas (*do-it-yourself* ou *faça você mesmo*), consertar objetos e compreender como funcionam. A reunião dessas pessoas em comunidades passou a estimular espaços propícios de criação e bases para o que veio a ser chamado de movimento *maker*, que desenvolveu um conjunto de valores próprios e que tem chamado a atenção principalmente de educadores pelo potencial de engajar os estudantes em atividades de aprendizagem diferentes das tradicionais (RAABE e GOMES, 2018).

Sobre o movimento *maker*, Martinez e Stager (2013) afirmam que esse movimento nasceu das ideias de Seymour Papert (1974), o qual acredita que a construção do conhecimento ocorre mais efetivamente quando o aprendiz está engajado conscientemente, construindo um objeto público e compartilhável (Construcionismo). Dougherty (2016) ainda sinaliza que o movimento *maker*, através de processos da fabricação digital, traz uma transformação social, cultural e tecnológica que convida todos a participar como produtores e protagonistas do fazer e não apenas como meros espectadores e consumidores de produtos.

A fabricação digital, no contexto desse movimento, contempla uma série de recursos tecnológicos que envolvem a produção de objetos físicos por meio de modelos computacionais (ALVARADO et al, 2009). Para Campos e Lopes, “A fabricação ou manufatura digital é o termo genérico que engloba processos distintos

de manufatura que possuem o fato em comum de fazerem uso de equipamentos e máquinas de Comando Numérico Computadorizado (CNC)” (2017, p. 23). De maneira mais simples, a fabricação digital, também conhecida como manufatura digital ou prototipagem rápida, pode ser entendida como o processo de produção de objetos físicos a partir de modelos que estão em formatos digitais. Para produzir esses objetos são utilizados espaços ou laboratórios *makers* (*hackerspaces*, *makerspaces* e *fab labs*) com máquinas específicas, como, por exemplo, impressoras 3D, máquinas de corte a laser, fresadoras, *router*, *plotter* de recorte e outros.

4.2 Fab Labs e Equipamentos de Fabricação Digital

Com a popularização do movimento *maker*, diversos espaços começaram a ser projetados para se tornar laboratórios de fabricação digital, objetivando a criação, a prototipação e a construção de diversos artefatos. Esses ambientes tornam-se locais propícios para o estímulo da aprendizagem do empreendedorismo e do desenvolvimento criativo, científico e tecnológico. Assim, segundo Raabe e Gomes (2018), é importante conhecer a natureza desses locais, que podem ser:

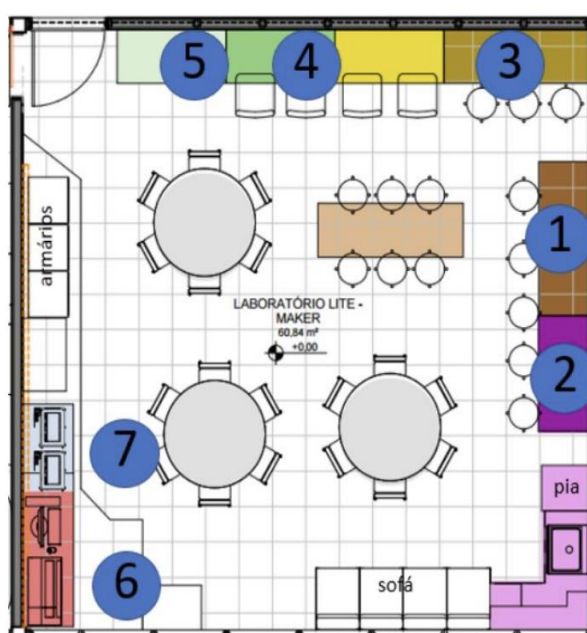
- **Hackerspaces ou hacklabs** - são lugares onde os apaixonados por tecnologia podem se reunir, inventar dispositivos ou explorar as tecnologias emergentes, como microcontroladores de baixo custo. Seu público típico são programadores experientes, hackers e engenheiros da computação e de software;
- **Makerspaces** - são espaços de tamanhos e custos variados com equipamentos, tecnologias e conceitos flexíveis. Não há regras para a construção desses ambientes e neles pode haver algumas poucas ferramentas de marcenaria e artesanato, ou então impressoras 3D, microcontroladores, bancadas de eletrônica, cortadoras a laser e outros artefatos;
- **Fab labs** - diferentemente dos *makerspaces*, os *fab labs* são espaços padronizados, conforme o Fab Charter, um documento da Fab Foundation⁷ (organização americana sem fins lucrativos para a expansão desses espaços), que estabelece os princípios para a atuação desses laboratórios, como, por

⁷ Site da Fab Foundation disponível em: <https://fabfoundation.org/>

exemplo, ter membros treinados, ter um conjunto mínimo e padronizado de equipamentos, estar aberto ao público, dentre outros princípios.

Raabe e Gomes (2018) apresentam um esboço de uma planta genérica de um laboratório *maker*, contendo espaços para Artesanato (1), Costura (2), Eletrônica (3), Marcenaria (4), Exemplos e modelos (5), Corte a laser (6) e Impressão 3D (7), conforme ilustra a Figura 13.

Figura 13: Planta ilustrada de um espaço maker



Fonte: Raabe e Gomes (2018)

Os laboratórios *makers* compartilham diversas características entre si, sendo em grande maioria semelhantes. No entanto, o que lhes diferencia é o seu principal objetivo. No escopo deste trabalho, será abordado com maior ênfase os fab labs, que, segundo a Fab Foundation (2019), são uma plataforma de prototipagem técnica para inovação e invenção, fornecendo estímulo para o empreendedorismo local, o aprendizado e a inovação, isto é, um lugar para brincar, criar, aprender, orientar e inventar. Ser um fab lab significa também estar imerso em uma comunidade de alunos, educadores, tecnólogos e pesquisadores que estão conectados em uma rede global, compartilhando conhecimentos e experiências. A Fab Foundation (2019) apresenta mais características dos fab labs em seu Fab Charter, conforme descrito no Quadro 3.

Quadro 3: The Fab Charter

O que é um Fab Lab?

Os Fab Labs são uma rede global de laboratórios locais, possibilitando a invenção e fornecendo acesso a ferramentas para a fabricação digital

O que tem um fab lab?

Os fab labs dispõem de um conjunto de equipamentos em evolução e com capacidade para fazer (quase) qualquer coisa, permitindo que pessoas e projetos sejam compartilhados

O que permite fazer a rede de fab lab?

Apoio operacional, educativo, técnico, financeiro e logístico, para além do que está disponível num lab

Quem pode usar um laboratório de fabricação?

Os Fab labs estão disponíveis como um recurso da comunidade, oferecendo acesso aberto para indivíduos, bem como acesso agendado para programas

Quais são as suas responsabilidades?

segurança: não ferir pessoas nem danificar máquinas

operações: apoiar na limpeza, manutenção e melhoria do lab

conhecimento: contribuir para a documentação e educação

Quem é o dono das invenções nos Fab Lab?

Projetos e processos desenvolvidos em fab lab podem ser protegidos e vendidos como o inventor escolher, no entanto, deve permanecer disponível para uso e aprendizagem pelos outros

Como é que as empresas podem utilizar um fab lab?

As atividades comerciais podem ser prototipadas e incubadas num fab lab, mas não devem entrar em conflito com outras utilizações, devem evoluir para além do fab lab, em vez permanecerem dentro do laboratório e espera-se que beneficiem os inventores, labs e redes que contribuem para o seu sucesso

Fonte: Fab Foundation (2019)

Além das características que já foram apresentadas no Quadro 3, nos fab labs são realizados diversos processos de fabricação digital, podendo ser eles aditivos, subtrativos ou conformativos, conforme descreve o Quadro 4.

Quadro 4: Processos de fabricação digital

- **Aditivos ou Impressão 3D** - O material de base é depositado por extrusão (filamentos termoplásticos ou materiais de base cimentícia), processado por sinterização a laser ou impresso por meio de aglutinantes aplicados sobre material em pó, camada sobre camada, sucessivamente, formando assim o objeto final.
- **Subtrativos** - ocorrem quando a conformação final do objeto é obtida pelo desgaste e retirada do material de base, como nos processos tradicionais de usinagem. Fresadoras, cortadoras a laser, jato d'água e plasma são alguns dos equipamentos mais utilizados nesse tipo de processo.
- **Conformativos** - Nesse processo, o material de base não sofre desgaste, adição ou transformação de estado físico, mas sua forma é alterada diretamente pela deformação

mecânica do material, utilizando-se para tanto uma calandra ou braços robóticos, por exemplo.

Fonte: Campos e Lopes (2017)

Para realizar esses processos, existem nos fab labs diversos equipamentos e máquinas CNC que passaram, depois da década de 60, a contar com programações computadorizadas. Assim, as máquinas CNC atualmente são utilizadas na produção em massa ou individual (fabricação pessoal) de peças complexas ou de grande precisão, em processos industriais, de usinagem, comunicação visual, marcenaria, artesanato, dentre muitas outras. Tais ferramentas ainda são capazes de realizar inúmeros processos, como, por exemplo, fabricar, modelar, cortar e detalhar materiais como chapas de aço, acrílico, MDF, PVC, PS, nylon, couro, madeira, alumínio e inox (ENGRAVER SOLUTION PROVIDER, 2014). Conforme a Fab Foundation (2019), os equipamentos CNC mais comuns em fab labs abrangem as impressoras 3D, cortadoras a laser, fresas de precisão, as *routers*, os *plotters* de recorte, dentre outros recursos e materiais. A seguir, são apresentados os equipamentos mais comuns encontrados em fab labs:

- **Impressoras 3D** - conforme ilustra a Figura 14, elas são equipamentos bastante utilizados para prototipagens rápidas, possibilitando criar um objeto tridimensional de um modelo criado em softwares de modelagem 3D (Solid, Autocad, 3DMax, etc.). Os objetos são criados por meio de fabricação aditiva, ou seja, a impressora adiciona, através de seu bico extrusor, diversas camadas de material como plástico PLA (poliácido láctico) ou ABS (*Acrilonitrila Butadieno Estireno*) em diferentes pontos, formando assim objetos tridimensionais (Figura 15). Existem disponíveis de forma gratuita programas (Thinkercad⁸ e Sketchup⁹) e repositórios (Thingiverse¹⁰ e Myminifactory¹¹) de modelos online para a criação de modelos 3D de forma simples, mesmo para aqueles que não possuem experiência em modelagem (RAABE e GOMES, 2018).

⁸ Thinkercad disponível em: <https://www.tinkercad.com/>

⁹ Sketchup disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-BR/plans-and-pricing/sketchup-free>

¹⁰ Thingiverse disponível em: <https://www.thingiverse.com/>

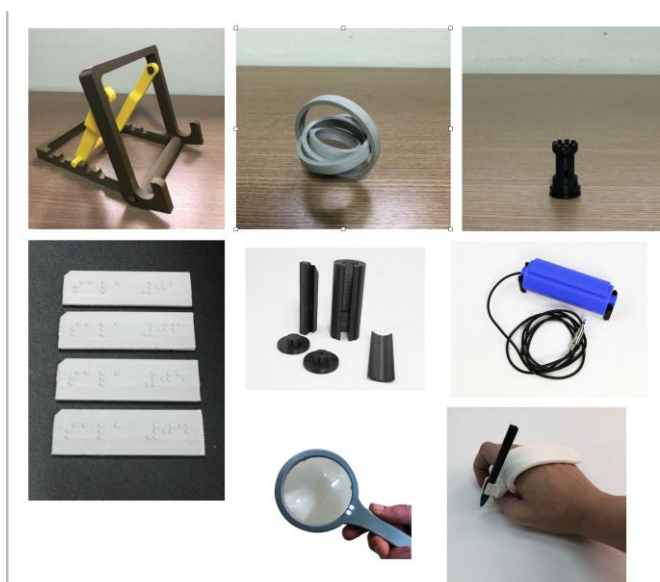
¹¹ Myminifactory disponível em: <https://www.myminifactory.com/>

Figura 14: Exemplos de Impressoras 3D



Fonte: CTA/IFRS (2019)

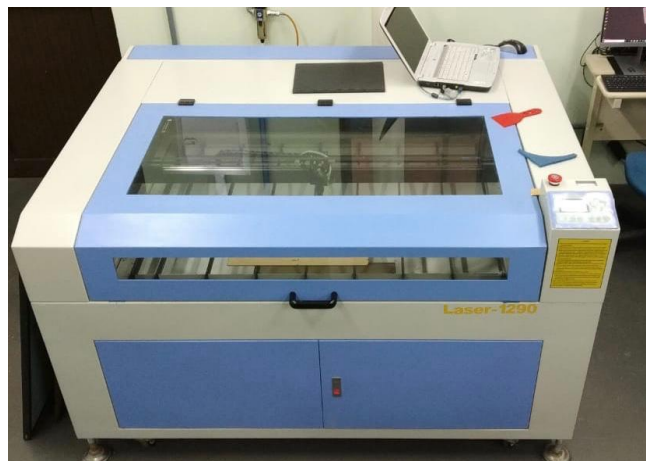
Figura 15: Exemplos de artefatos impressos em impressoras 3D



Fonte: CTA/IFRS (2019)

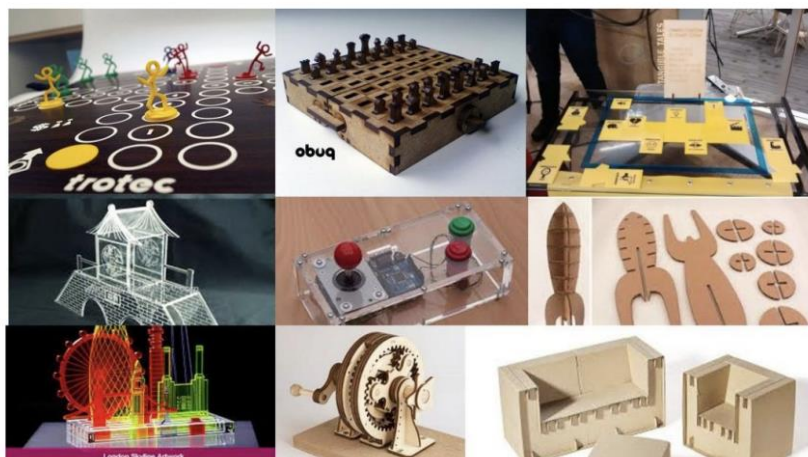
- **Cortadora a laser** - conforme Figura 16, é um equipamento bastante versátil e rápido, que possibilita cortar e gravar em diferentes materiais, como, por exemplo, papel, papelão, plástico, madeira, MDF, acrílico. Além disso, é possível projetar em 2D artefatos que, ao serem justapostos, adquirem volume, conforme Figura 17 (RAABE e GOMES, 2018).

Figura 16: Exemplo de cortadora a laser



Fonte: CTA/IFRS (2019)

Figura 17: Exemplos de artefatos confeccionados com a cortadora a laser



Fonte: Raabe e Gomes (2018)

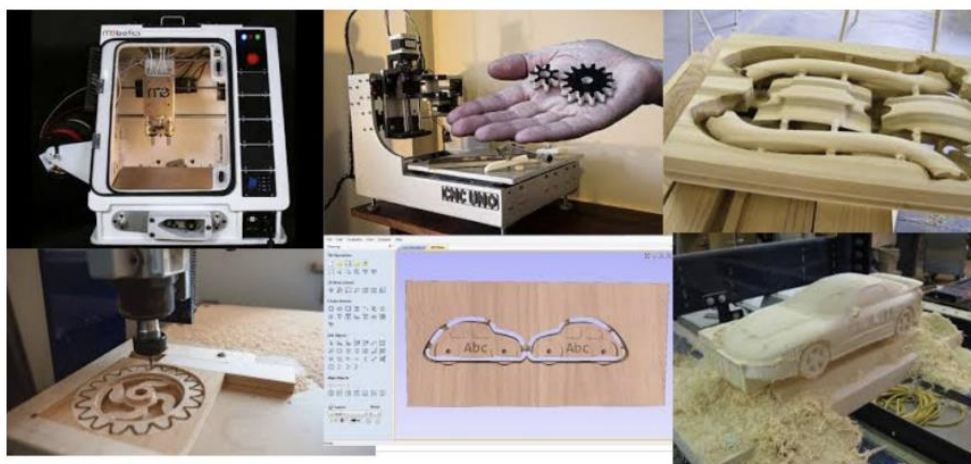
- **Fresadora** - conforme Figura 18, esse equipamento cria objetos removendo material, ou seja, esculpindo a peça, e são utilizadas quando os projetos passam a envolver níveis de complexidade maiores e necessitam da usinagem de materiais, como mostrado na Figura 19 (RAABE e GOMES, 2018).

Figura 18: Exemplo de fresadora



Fonte: CTA/IFRS (2019)

Figura 19: Exemplos de artefatos confeccionados com uma fresadora



Fonte: Raabe e Gomes (2018)

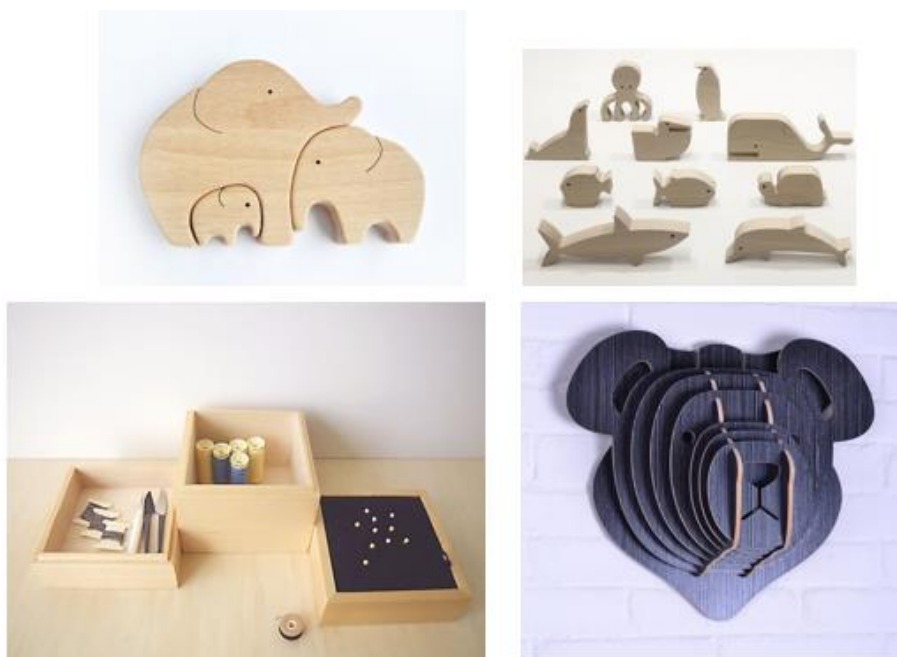
- **Routers** - como mostrado na Figura 20, as *routers* são fresadoras CNC versáteis e projetadas para usinar materiais mais leves como madeira, polímeros, ligas de alumínio, plástico, borracha, espuma, isopor, dentre outros, possibilitando criar objetos 2D e 3D, como exposto na Figura 21 (POLASTRINI, 2016).

Figura 20: Exemplo de uma router CNC



Fonte: CTA/ IFRS (2019)

Figura 21: Exemplos de objetos confeccionados com router CNC



Fonte: Cutter CNC (2019)

- **Plotter de recorte** - conforme Figura 22, esses equipamentos permitem o corte de adesivos de vinil, papel, EVA, papelão, tecido, dentre outros materiais, a partir de arquivos vetoriais em 2D, como visto na Figura 23 (PERES et al, 2015).

Figura 22: Exemplo de um plotter de recorte



Fonte: Mercado Laser (2019)

Figura 23: Exemplos de adesivo confeccionado em um plotter de recorte



Fonte: POA Lab/IFRS (2019)

Campos e Lopes (2017) explicam que, em qualquer uma das máquinas ou processos, seja ele aditivo, subtrativo ou conformativo, a lógica é sempre a mesma, ou seja, é gerado um modelo virtual por computador nos quais são introduzidos os parâmetros pertinentes a sua fabricação. Após ser feito isso, o software gera instruções numéricas (G-Code), que vai para o equipamento, seja ele uma impressora 3D, uma cortadora a laser, uma fresa, uma *router* ou outra ferramenta, de modo que ela execute todas as tarefas necessárias para a confecção de um determinado objeto. Assim, esses mesmos autores explicam que, diferentemente da manufatura

tradicional em série que utiliza máquinas genéricas que são ajustadas ou até mesmo fabricadas para executar uma mesma tarefa específica indefinidamente, essas máquinas podem fabricar objetos em uma escala da ordem de uma ou poucas unidades. Portanto, as ferramentas mostradas são equipamentos flexíveis e versáteis para as quais não existem formas ou ajustes predefinidos, pois elas obedecerão às instruções contidas em um código (G-Code) correspondente, possibilitando assim um alto grau de personalização ou customização dos artefatos produzidos, conforme o desejo de seus usuários (CAMPOS e LOPES, 2017).

Com base no conceito, nos espaços e nas ferramentas de fabricação digital apresentadas, verifica-se que a prototipagem rápida pode ser considerada uma alternativa para que se consiga fabricar inúmeros projetos personalizados a baixo custo, o que inclui também os recursos de Tecnologia Assistiva. Os recursos de TA podem ser criados, adaptados/customizados para que atendam às especificidades dos usuários que possuem deficiência. No entanto, para que esses artefatos de apoio apresentem efetividade, é desejável que as pessoas com deficiência e profissionais do AEE participam de todo o processo como construtores e protagonistas de todo o processo.

4.3 Acessibilidade e Fabricação de Recursos de TA

Antes de mencionar a fabricação digital de recursos de TA em si é preciso enfatizar que a oportunidade de criar, fabricar e desenvolver projetos pessoais também deve ser estendida às pessoas com deficiência que juntamente com designer, professores, pesquisadores, arquitetos e outros profissionais podem adentrar a comunidade *maker* e fazer parte deste universo. Além disso, tão importante quanto utilizar espaços *makers* para prototipar soluções acessíveis para as pessoas com deficiência é criar e fabricar junto com as pessoas com deficiência.

Pensando em tudo isso, o site *Disabilities, Opportunities, Internetworking, and Technology*, em seu texto "*Making a Makerspace? Guidelines for Accessibility and Universal Design*" apresenta diretrizes para implementar acessibilidade e desenho universal em espaços *makers* garantindo o acesso, participação e aprendizado de todos os usuários, inclusive aqueles que possuem alguma deficiência (DO-IT, 2020). O Quadro 5 apresenta de modo sintetizado diretrizes importantes em relação ao espaço físico e as informações.

Quadro 5: Diretrizes para acessibilidade em espaços makers (espaço e informações)

<p>Em relação ao local e informações recomenda-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● envolver as pessoas com deficiência no planejamento e configuração do espaço físico de fabricação; ● disponibilizar um canal aberto para que todos os usuários possam sugerir mudanças e solicitar adaptações; ● possibilitar que todos os usuários possam solicitar facilmente assistência, ajuda e orientação para a equipe e colegas; ● disponibilizar documentos em formatos acessíveis, inclusive em meio digital que expliquem aos usuários sobre o uso do espaço, dos equipamentos, treinamento, segurança e demais regras; ● eliminar distrações dando preferência para salas específicas para maquinário que necessita de treinamento ou que faz muito barulho; ● tornar o espaço flexível utilizando mobiliário que pode ser facilmente arrastando, já que permitem a reconfiguração do local conforme necessidades específicas dos usuários ou projetos desenvolvidos; ● procurar garantir que o estacionamento, vias de acesso e entradas estejam devidamente identificadas e permitam acesso com cadeira de rodas; ● fornecer alto contraste, letras grandes e braille para transmitir todas as informações do local; ● garantir que as informações de segurança apresentem letras grandes, contraste, braille, sinais visuais e sonoros, garantido a compreensão por todos os usuários; ● manter os espaços de circulação como corredores, portas, sanitários livres de entraves, facilitando o acesso por pessoas com deficiência visual, deficiência física ou com mobilidade reduzida; ● garantir que todos as ferramentas, equipamentos e utensílios possam ser utilizados por pessoas sentadas; ● utilizar móveis em que a altura possa ser facilmente ajustada; ● fornecer uma boa iluminação e disponibilizar lupas e lentes de aumento facilitando o trabalho de usuários com baixa visão e idosos; ● garantir que os espaços para guardar e retirar materiais possam ser facilmente acessados por todos; ● indicar com etiquetas grandes, com contraste e braille todos os equipamentos; ● garantir o uso de todos os equipamentos e ferramentas por pessoas destros e canhotas; ● investir continuamente em capacitação e treinamento dos profissionais que atuam nos laboratórios de maneira que estejam preparados para atender a diversidade de usuários.

Fonte: Do-it (2020)

O mesmo documento também apresenta diretrizes de acessibilidade (Quadro 6) para o uso de máquinas, equipamentos e ferramentas, visando promover o acesso ao maior número possível de perfis de usuários.

Quadro 6: Diretrizes para acessibilidade em espaços makers (máquinas e ferramentas)

<p>Em relação às máquinas, equipamentos e ferramentas é proposto que:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● máquinas de costura - existe uma máquina de costura manual ou com interruptor que pode ser acessada e acionada por pessoas que não podem utilizar pedais?; ● impressoras 3D - a superfície de impressão está acessível? O software e as interfaces necessárias para operar a impressora são acessíveis com leitores de tela, ampliadores e outros recursos de Tecnologia Assistiva?; ● cortadores a laser - a superfície é acessível para pessoas com deficiência? É possível colar etiquetas grandes e em braille nos botões ou controles principais?;
--

- **ferramentas manuais** - os utensílios contemplam etiquetas e orientações claras para uso de ferramentas manuais? As ferramentas têm alças emborrachadas? Protetores de plástico são usados em todas as serras ou outras ferramentas afiadas?;
- **eletrônica** - o uso de exaustores ou absorvedores de fumaça é incentivado? As caixas de armazenamento para resistores e outros componentes estão claramente identificadas com letras grandes ou braille?;
- **prototipagem rápida** - existe variedade de materiais e insumos de modo que sejam acessíveis para diversas habilidades? Alguns podem preferir madeira e pregos, enquanto outros podem preferir espuma, EVA ou argila, dependendo de sua destreza, resistência e experiência na fabricação;
- **computadores** - existem recursos de Tecnologia Assistiva de acesso aos computadores, incluindo mouses e teclados alternativos, leitores e ampliadores de tela, software de fala para texto, tradutores de texto para Libras, dentre outros?

Fonte: Do-it (2020)

Em relação ao uso de espaços e ferramentas de fabricação digital para a prototipação de recursos de TA de baixo custo, já é possível afirmar que isso é uma realidade. Essa afirmação pode ser comprovada através do trabalho de Lopes da Silva e Maia (2014), que trazem exemplos de dispositivos de TA gerados no exterior e no Brasil, através de impressoras 3D, como soluções personalizadas e rápidas para as necessidades de pessoas com deficiência. Casagrande (2018) apresenta em seu trabalho aspectos relevantes sobre a produção de órteses para membro superior baseada em processo de design colaborativo com auxílio de ferramentas de fabricação digital (Impressão 3D). Beretta (2011) e Silva (2011) já comprovaram nos resultados de suas pesquisas como as máquinas de usinagem CNC são viáveis para a confecção de assentos personalizados em espumas para usuários de cadeiras de rodas. No IFRS, trabalhos realizados pelo CTA (2019), em conjunto com o POA Lab (2019), apresentam como impressoras 3D e outras máquinas CNC são utilizadas na confecção de placas em Braille e mapas táteis que contribuem para sinalização e acessibilidade física dos espaços institucionais.

Na área da Educação, professores já fazem uso de laboratórios *makers* e equipamentos de prototipagem rápida como alternativa para criar produtos assistivos. Essa tendência pode ser visualizada no trabalho de Pinzetta e Frosch (2019) que mostra a produção *maker* de materiais pedagógicos com uso de impressão 3D para pessoas com deficiência visual. Outro exemplo é o projeto de extensão de Introíni et al (2019), que preveem a criação de ferramentas pedagógicas que promovem acessibilidade no ensino de Biologia Celular e Tecidual através de softwares de modelagem e impressão 3D. Sena e Carmo (2018) apresentam em seu trabalho como as impressoras 3D podem ser uma das alternativa para produzir mapas acessíveis

para o ensino da Geografia. No IFRS, pode ser citado o projeto de extensão de Biesek e Mello (2017), que utiliza impressoras 3D para desenvolver jogos pedagógicos para o ensino da matemática, facilitando o aprendizado de todos, inclusive de estudantes com deficiência visual e intelectual. No IFRS, também se destacam diversos projetos do CTA (2019), que desenvolvem artefatos de TA para estudantes com deficiência, como, por exemplo, engrossadores para lápis, suporte para lupas, suporte para leitura, auxílios para escrita, mouses e teclados adaptados, materiais pedagógicos táteis acessíveis, dentre outros. Tais materiais são desenvolvidos em um laboratório que contém impressoras 3D, cortadora a laser, *router* CNC, fresadoras e outros equipamentos.

Além dos trabalhos na área, existem também repositórios que disponibilizam gratuitamente modelos para fabricação digital, incluindo em sua coleção ferramentas de TA para o contexto educacional, como: facilitadores para escrita; suporte para leitura; reglete e punção; dispositivos para utilizar o computador, *tablet* e *smartphone*; dentre outros. Exemplos desses repositórios são o Thingiverse¹² e o MyMinifactory¹³, que apresentam inúmeros modelos de artefatos para prototipação, bastando apenas pesquisar por “*assistive technology*” para encontrar diversos dispositivos de TA (THINGIVERSE, 2019 e MYMINIFACTORY, 2019). Outro exemplo é o Repositório de TA do CTA/IFRS¹⁴, que apresenta diversos recursos de TA que podem ser fabricados com baixo custo (CTA, 2019).

Outra iniciativa que comprova como tendência a aplicação da prototipagem rápida para fabricação de recursos de TA de baixo custo na educação com a participação ativa das pessoas com deficiência são eventos realizados na área. Um dos exemplos é a Feira de Inovação Industrial (Mercopar), edição 2015, realizada em parceria com a empresa Mercur, o IFRS, Faculdade de Tecnologia (FTEC), que buscou identificar serviços, materiais e recursos que facilitam a vida das pessoas com deficiência, ampliando sua independência e qualidade de vida (MERCOPAR, 2015). Outro exemplo foi a realização de oficinas de cocriação experimentação e legitimação de TA no contexto educacional realizadas pelo IFRS em parceria com a empresa Mercur com o objetivo de desenvolver colaborativamente soluções de baixo custo em TA (SANTOS, et al, 2017). O I Desafio Criativo do IFRS também foi organizado

¹² <https://www.thingiverse.com>

¹³ <https://www.myminifactory.com>

¹⁴ <https://cta.ifrs.edu.br/repositorio-de-ta/>

especificamente como uma atividade experiencial em que estudantes de cursos técnicos foram provocados a aplicar os conhecimentos adquiridos nos diversos componentes curriculares dos cursos, visando à resolução de um problema real, relacionado, nesta primeira edição, ao tema “Criatividade no Desenvolvimento de Recursos de Tecnologia Assistiva (IFRS, 2018).

Com relação ao I Desafio Criativo do IFRS, o evento foi organizado como um *hackathon* (maratona), envolveu participantes de diversas áreas de conhecimento e utilizou os equipamentos de fabricação digital existentes no POA Lab e CTA do IFRS para envolver estudantes, servidores e pessoas com deficiência na busca de soluções de TA de baixo custo na educação. Além disso, o evento teve como diferencial a participação de pessoas com deficiência em todo o projeto, desde a organização, compartilhamento inicial de experiências, no momento de experimentação de recursos de TA, até na mentoria durante a criação e prototipação das soluções (PERES et al, 2019). Nesse contexto, é indispensável a participação das PCDs durante todo o processo de fabricação dos recursos de TA, conforme pode ser visto no relato de um aluno, servidor e também autor desta dissertação que é PCD e participou do I Desafio Criativo do IFRS quando afirma que:

Por ser uma pessoa com deficiência (baixa visão), eu tive a oportunidade de participar em toda a experiência imersiva que foi o Primeiro Desafio Criativo do IFRS. Eu tive a oportunidade de fazer parte do comitê de organização, compartilhar a minha experiência durante um discurso com os participantes, ajudar durante o momento de experimentação com os artefatos de TA e, principalmente, participar ativamente como mentor no design dos recursos desenvolvidos. De todas essas oportunidades, eu pude experienciar o movimento maker e entender que este movimento é para todos, independente se tiverem ou não uma deficiência. Embora algumas vezes eu não pudesse prototipar o recurso, eu pude participar em todo o processo, mostrando possibilidades para fazer recursos de TA úteis para pessoas com deficiência visual. Neste momento eu aprendi que criar algo não é limitado a prototipagem, mas envolve diversos outros processos, como identificar problemas, pensar sobre materiais, testar protótipos e etc. Por fim, o Primeiro Desafio Criativo do IFRS **não desenvolveu somente recursos para pessoas com deficiência mas também recursos com a participação de pessoas com deficiência**, indo de encontro com o slogan “Nada para nós, sem nós”. (PERES, et al, 2019, p.6, grifo do autor).

Ainda sobre a participação das pessoas com deficiência nos espaços *makers* e no uso de equipamentos de fabricação digital por elas para a prototipagem de recursos de TA, o Fab Lab Livre SP do Instituto de Tecnologia Social (ITS BRASIL) realizou oficinas que demonstraram a importância de proporcionar tal conhecimento a esse público. Nessas ocasiões, os participantes conheceram o espaço, as

possibilidades e, principalmente, colocaram a “mão na massa” para a criação e produção de projetos pessoais (ITS BRASIL, 2018).

Assim observa-se que a prototipagem rápida já se caracteriza como uma alternativa para a fabricação de produtos de apoio customizados com baixo custo para estudantes que apresentam deficiências. No entanto, não basta apenas produzir recursos de TA para esses estudantes, mas, junto com esses estudantes. Logo, é preciso instrumentalizar os discentes que apresentam deficiências, professores e profissionais do AEE para que eles estejam juntos nos laboratórios *makers*, visualizando possibilidades, desenvolvendo soluções inclusivas e principalmente tornando-se protagonistas na fabricação de seus projetos pessoais. A EaD e os conteúdos em formato digital podem ser uma alternativa para proporcionar a esse público a formação necessária nessa área.

5 EAD ACESSÍVEL E ENSINO DA FABRICAÇÃO DIGITAL

“O poder da Web está na sua universalidade. O acesso por todas as pessoas, não obstante a sua incapacidade, é um aspecto essencial.”

(Tim Berners-Lee - Diretor do W3C)

Esta seção abordará os cursos MOOC (*Massive Open Online Courses*), apresentará como ocorre o acesso da pessoa com deficiência ao meio digital e como a EaD, quando desenvolvida seguindo princípios da acessibilidade e do desenho universal, pode ser uma importante ferramenta para instrumentalizar a todos, principalmente pessoas com deficiência. Nesse contexto, serão abordadas a legislação, as barreiras, as recomendações e algumas práticas para promover um melhor nível de acessibilidade na EaD. Por fim, para contextualizar o leitor, o capítulo aborda os procedimentos para a elaboração e oferta de cursos MOOC no contexto do IFRS.

5.1 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) expõem 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 e Powell, 2013, p. 5).

Assim, os MOOCs são cursos mais dinâmicos, de curta duração, entre 30 a 200 horas. 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 (2012), 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 cursistas apresentem um nível de conhecimento básico de informática e que o ambiente escolhido para hospedar o curso suporte um grande número de usuários. Mota e Inamorato (2012) enfatizam esses cuidados, quando colocam que:

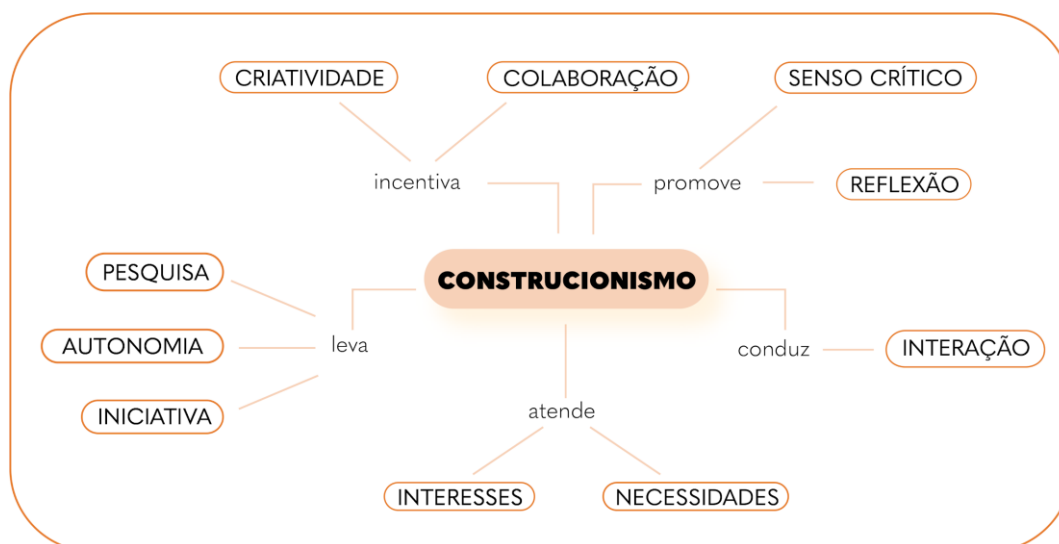
As características que configuram os MOOCs são a de serem: cursos abertos e permitem escalabilidade. Sobre a primeira, significa que mesmo estudantes que não estão regularmente registrados na instituição promotora podem participar. No entanto, é preciso lembrar que uma limitação ao aberto está associada à exigência de habilidades mínimas por parte dos participantes, o letramento digital, além da infraestrutura tecnológica com acesso à internet e preferencialmente com uma banda larga de qualidade que permita a navegação sem muitas frustrações. Sobre escalabilidade, o desenho do curso é apropriado para atender crescimento exponencial de matrículas, podendo chegar a centenas de milhares de estudantes participando em cada oferta de curso (MOTA e INAMORATO, 2012, p. 6).

Anderson (2013) complementa essas características quando coloca que os cursos MOOC apresentam ainda outros aspectos, como a abertura geográfica de conhecimentos, a liberdade de expressão e construção do conhecimento coletivo pelos estudantes, a sua gratuidade, não ter necessidade de pré-requisitos, a liberdade sobre conceitos e principalmente a liberdade no ritmo da aprendizagem. 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 um grande número de 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, conforme mostrado na Figura 24.

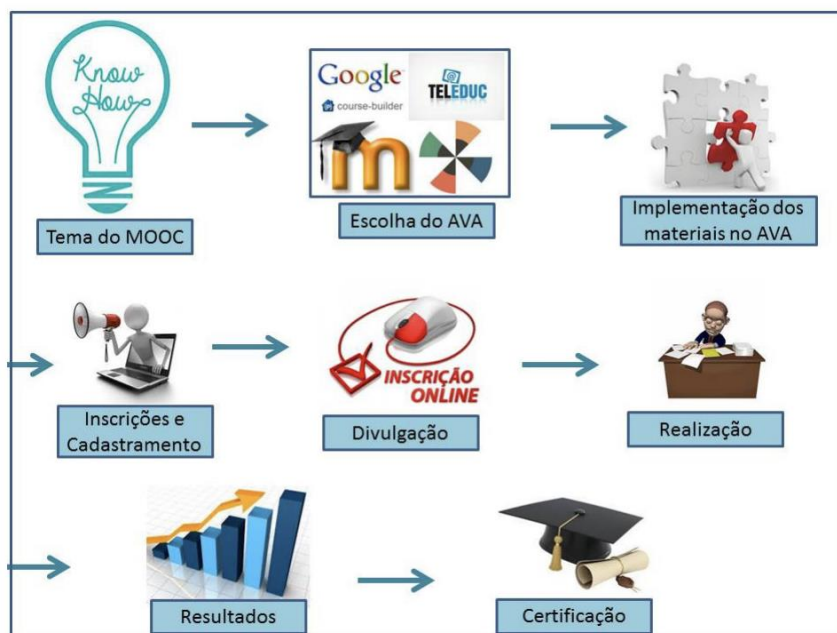
Figura 24: Elementos da abordagem construcionista



Fonte: Adaptado de Papert (2008)

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 podem ser visualizadas na Figura 25 e envolvem: **a escolha do tema** (conforme os conhecimentos e a capacidade de confecção de material instrucional pela equipe do curso), **a definição do AVEA** a ser utilizado (escolha do ambiente de acordo com o objetivo das atividades e sua integração com outras ferramentas), **implementação dos materiais instrucionais no AVEA** (o material é incorporado ao ambiente conforme o desenho do curso), **divulgação do curso em diferentes canais** (uso de redes sociais, e-mail, sites e blogs específicos, dentre outros), **inscrição e cadastramento** (uso de formulário de inscrição online e cadastramento dos inscritos no ambiente), **realização do curso** (conforme cronograma), **avaliação do curso** (ao final da realização) e, por fim, a **certificação dos estudantes**.

Figura 25: Processo de desenvolvimento de um MOOC



Fonte: Wagner (2017)

Como segundo ponto, os cursos MOOC **são abertos**, gratuitos, sem pré-requisitos e utilizam recursos educacionais livres que estão em formatos digitais variados (texto, áudio, imagens, vídeos, quizzes, dentre outros). Logo, os aparatos computacionais novamente tornam-se indispensáveis, uma vez que tais conteúdos são construídos, disponibilizados, compartilhados e reutilizados através dos recursos computacionais.

Como terceiro e último ponto, os cursos MOOC **são massivos (escalabilidade)**, isto é, 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 e desenho universal, proporcionando a todos os estudantes, inclusive aqueles que têm deficiência e utilizam recursos de Tecnologia Assistiva, uma experiência propícia para a aprendizagem.

5.2 Acessibilidade Digital na EaD

A modalidade EaD, 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. Assim, segundo

Salton, Dall Agnol e Turcati (2017), são alguns exemplos de barreiras encontradas pela pessoa com deficiência no acesso ao conteúdo digital também disponível em cursos hospedados em AVEAs:

- 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 informações;
- conteúdos que não podem ser redimensionados;
- conteúdo 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.

Os recursos de TA de acesso ao computador (conforme citado no item 3.2 desta dissertação) podem ajudar a transpor essas barreiras, permitindo a transformação de texto em áudio, a ampliação da fonte, a mudança de contrastes, a interpretação de texto em Libras, a agilidade na navegação dentre outras facilidades. 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 conteúdo.

Nesse contexto, de modo a remover as barreiras existentes no meio digital e conseqüentemente em AVEAs, 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, 2013).

Para Van Amstel (2003), garantir a acessibilidade no meio digital significa promover a flexibilidade de acesso a algo. Se o usuário não pode ir por um caminho, coloca-se outro à disposição; se ele não pode ver, ele poderá ouvir; se não tem os aparelhos ideais, existe uma alternativa menos exigente. 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 disciplinas 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).

Salton, Dall Agnol e Turcati (2017) afirmam que um site, portal, sistema ou documento digital mais acessível respeita os princípios do desenho universal e é melhor para todos, já que:

- fornece aos usuários tempo suficiente para ler e utilizar o conteúdo;
- oferece melhor qualidade textual, tornando o conteúdo mais fácil de ler e compreender;
- auxilia os usuários a navegar e compreender a estrutura do ambiente;
- faz com que o ambiente ou documento funcione de forma previsível;
- auxilia os usuários a prevenir e corrigir possíveis erros, etc.

Existem documentos que norteiam a implementação da acessibilidade em sites, portais sistemas, aplicativos e documentos web, auxiliando desenvolvedores, web designers, 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 (DGE, 2014).

Segundo a Cartilha de Acessibilidade na Web - Fascículo IV, o desenvolvimento de um projeto web acessível, que pode ser inclusive um curso EaD, envolve 7 passos (W3C, 2020). Conforme ilustrado na Figura 26, essas etapas são: **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 os conteúdos inseridos e com as alterações que podem ser realizadas, já que acessibilidade é um processo contínuo.

Figura 26: Etapas para desenvolver projetos acessíveis



Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base em W3C (2020)

Com base nesses documentos, Salton, Dall Agnol e Turcatti (2017) apontam que um site, portal, sistema (AVEA) 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 que agregam 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 interação por diferentes perfis de usuários.

5.3 MOOCs para o Ensino no IFRS

Andrade e Silveira (2016) expõem que diversas plataformas se destacam atualmente na oferta de MOOCs, como, por exemplo, o EDX (www.edx.org), Udacity (www.udacity.com) e Coursera (pt.coursera.org), que utilizam esse tipo de cursos em diversas áreas do conhecimento. Os mesmos autores ressaltam ainda que, “apesar de a maioria dos cursos exigirem proficiência em inglês, os países emergentes correspondem a 40% da audiência dos MOOC”. O Brasil já corresponde a 5% dos usuários do Coursera, atrás apenas dos EUA (27%) e da Índia (9%).

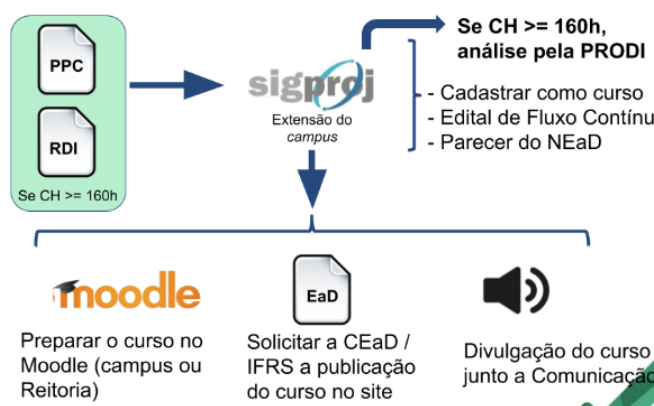
Em relação à oferta de Cursos MOOC para ensino e aprendizagem na temática da Tecnologia Assistiva, eles já são uma alternativa. Isso pode ser visualizado no trabalho de Wagner et al (2017), o qual descreve o processo de desenvolvimento de um curso MOOC em TA que apoie o processo de formação de professores do Ensino Profissionalizante atuantes na preparação para a inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho. Outro exemplo é o curso MOOC “Tecnologia Assistiva (TA), Projetos e Acessibilidade: Promovendo a Inclusão Escolar” desenvolvido pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). O MOOC tem por objetivo contribuir com o processo de formação continuada dos educadores da rede pública de ensino, melhorando o serviço de AEE para pessoas com deficiência por meio da utilização das Tecnologias Assistivas (UNESP, 2019).

O IFRS, seguindo o caminho de diversas instituições, também oferece cursos MOOC para formação de estudantes, servidores e comunidade externa. Em seu catálogo de mais de 100 cursos EaD, o IFRS oferta formação nas áreas de Ambiente e Saúde, Ciências Exatas e Aplicadas, Educação, Gestão e Negócios, Idiomas, Informática, dentre outros (IFRS, 2019). No entanto, embora a instituição já possua experiência no desenvolvimento desse formato de curso, ainda não disponibiliza nenhum MOOC na área de fabricação digital ou de Tecnologia Assistiva.

O IFRS permite que qualquer servidor possa propor, desenvolver e disponibilizar um curso MOOC desde que comprove que toda a equipe de execução envolvida no curso tenha 150 horas de experiência ou capacitação em EaD. Feito

isso, o servidor responsável deve cadastrar todas as informações referentes ao curso no Sistema de Informação e Gestão de Projetos (SigProj) no módulo de Extensão, Edital de Fluxo Contínuo em seu Campus. Se o curso possuir mais de 160h também será necessário providenciado o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e o Relatório de Desenvolvimento Institucional (RDI). Com todas as informações do curso cadastradas e submetidas, o setor responsável pela EaD, após análise oferecerá um parecer e, caso esse seja favorável, o curso deverá ser implementado na plataforma Moodle, para publicação e divulgação à comunidade (IFRS, 2018). A Figura 27 ilustra o fluxo mencionado.

Figura 27: Fluxo para cadastro e submissão de um curso MOOC no IFRS



Fonte: IFRS (2019)

Para cada edição do curso disponibilizado é necessário informar o número de alunos matriculados e também o quantitativo de estudantes concluintes, para fins de acompanhamento e também cadastro nos sistemas do Ministério da Educação. Além disso, ao final de cada oferta do curso, o responsável deve preencher um relatório final da ação no SigProj e submetê-lo para análise do setor responsável. Se o parecer for favorável, o curso é encerrado e o ciclo se inicia novamente para a oferta de outras edições (IFRS, 2018). A Figura 28, ilustra as etapas para o fechamento de um curso cadastrado no sistema.

Figura 28: Fluxo para encerramento de um curso MOOC no IFRS



Fonte: IFRS (2019)

Ainda, no contexto do IFRS, em relação à acessibilidade em artefatos digitais, a Política de Ações Afirmativas estabelece em seu Art. 3º, inciso IX, que a instituição deverá prover acessibilidade virtual em todos os sites, portais, sistemas e documentos web (IFRS, 2014). Tal normativa, embora não mencione diretamente, inclui também os cursos na modalidade EaD, sejam eles de graduação, especialização ou extensão (MOOCs). No entanto, se a referida política não mencionava diretamente a acessibilidade em MOOCs, a Instrução Normativa PROEX/IFRS nº 01 de janeiro de 2020 que dispõe sobre a organização técnica e pedagógica dos cursos abertos online e massivos assim estabelece:

- Art. 15. Todos os materiais e atividades dos cursos abertos online e massivos devem estar acessíveis:
- I. As imagens devem ter descrição com texto alternativo na imagem ou no próprio corpo do texto.
 - II. Os áudios devem ser acompanhados de arquivos de transliteração¹⁵.
 - III. Os vídeos devem ter legendas e tradução em Libras.
 - IV. Os arquivos devem ser acessíveis. (IFRS, 2020, p.2).

Nesse contexto, é pertinente disponibilizar formação na área da TA utilizando preferencialmente a EaD que deve possuir um bom nível de acessibilidade. Essas formações devem possibilitar aos cursistas conhecer o referencial teórico sobre o assunto e ver na fabricação digital caminhos para a criação de recursos de TA de Baixo Custo que sejam acessíveis e úteis aos usuários.

¹⁵ O termo correto aqui é “transcrição textual” e não transliteração.

6 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa realizada caracteriza-se como de natureza aplicada, com objetivo de ser descritiva e de abordagem qualitativa. Em relação aos procedimentos que foram executados a pesquisa foi definida como uma pesquisa-ação e fez uso de entrevista semiestruturada como instrumentos de coleta de dados.

6.1 Caracterização da Pesquisa

Sobre sua natureza, a pesquisa aplicada é aquela que apresenta uma finalidade imediata gerando produtos ou ainda processos. Em relação a seu objetivo, pesquisas descritivas são aquelas que registam e descrevem as características de determinada população, situação ou fenômeno estabelecendo relação entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas de coleta de dados como questionários e observações sistemáticas (GIL, 2010). Quanto a abordagem, de acordo com Bryman (1995), a pesquisa qualitativa é determinada por possuir o ambiente de estudo como fonte de informações e o pesquisador como instrumento principal, uma vez que o mesmo está próximo do fenômeno ou unidade a ser estudada. Bogdan e Biklen (2003), complementam ao exporem que os dados se encontram na forma de palavras ou imagens e não em formatos numéricos e que a investigação se detém mais na concorrência do processo do que nos resultados e produtos obtidos. Ainda a pesquisa qualitativa busca trazer reflexões a respeito do que é abordado produzindo novas informações e reflexões acerca do fenômeno.

Sobre a pesquisa-ação, Vergara (2006) explica que ela é um tipo de pesquisa baseada na experiência, que é planejada e desenvolvida, estando associada a uma ação ou a solução de um problema coletivo, no qual os investigadores e participantes principais estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Hammond e Wellington (2013), complementam que a pesquisa-ação pode ser entendida como um método de pesquisa e como uma estratégia de realização de pesquisa científica qualitativa e aplicada, de natureza participativa, que inclui o objetivo de buscar uma solução coletiva para uma determinada situação-problema. A pesquisa-ação 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. Fonseca (2002) menciona que:

O objeto da pesquisa-ação é uma situação social situada em conjunto e não um conjunto de variáveis isoladas que se poderiam analisar independentemente do resto. Os dados recolhidos no decurso do trabalho não têm valor significativo em si, interessando enquanto elementos de um processo de mudança social. O investigador abandona o papel de observador em proveito de uma atitude participativa e de uma relação sujeito a sujeito com os outros parceiros. O pesquisador quando participa na ação traz consigo uma série de conhecimentos que serão o substrato para a realização da sua análise reflexiva sobre a realidade e os elementos que a integram. A reflexão sobre a prática implica em modificações no conhecimento do pesquisador. (FONSECA, 2002, p. 35).

A pesquisa-ação apresenta então um duplo objetivo: por meio da pesquisa, promove-se a ampliação do conhecimento científico; por meio da ação, promovemos uma melhoria para um problema real que ocorre no ambiente particular onde a pesquisa é realizada. Além dessa característica, uma pesquisa-ação também têm como atributos fundamentais: a participação do pesquisador, que pode estar vivenciando a situação problema (*insider*) ou chegar para observar uma situação já existente (*outsider*); o envolvimento dos sujeitos pesquisados; e apresentar um viés iterativo, ou seja, cumprir um ciclo. Em relação ao ciclo de uma pesquisa-ação, as principais etapas envolvem diagnosticar o problema, planejar ação, intervir, avaliar e refletir (FILIPPO; ROQUE; PEDROSA, 2019).

Em relação aos instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa-ação, Filippo, Roque e Pedrosa (2019) apontam que as entrevistas podem ser uma alternativa para a obtenção de dados, havendo também outras estratégias, como por exemplo, a observação direta, grupos focais, questionários, documentos, vídeos, medições, registro de acontecimentos. Ainda, segundo elas, como os dados advindos desses instrumentos são tipicamente qualitativos, a análise dos dados é feita principalmente por análise de conteúdo e análise de discurso.

As entrevistas constituem uma técnica alternativa para a coleta de dados não documentados sobre um determinado tema. Essa técnica requer a interação social, uma forma de diálogo assimétrico, ou seja, uma das partes busca obter dados, enquanto a outra se apresenta como fonte de informação. Esse instrumento de coleta de dados apresenta como algumas vantagens: a flexibilidade, pois o pesquisador pode facilmente adaptar-se às características dos sujeitos e situações existentes; possibilita captar expressões corporais, tons de voz e ênfase em respostas dos entrevistados; quando necessário permite a explicação ou reformulação das perguntas pelo pesquisador; possibilita obter os dados com maior nível de

profundidade e proporciona respostas mais detalhadas em relação aos questionários (GERHARDT et al, 2009).

As entrevistas podem ser do tipo estruturadas, semiestruturadas ou não estruturadas. No caso específico da entrevista semiestruturada, Gerhardt et al. (2009) explicam que o pesquisador organiza um conjunto de questões (roteiro) sobre o tema que está sendo pesquisado, mas permite, e às vezes até incentiva, que o entrevistado fale livremente sobre assuntos que vão surgindo como desdobramentos do tema principal. Os mesmos autores explicam que durante as entrevistas podem ser utilizados ferramentas como filmadoras, gravadores, bloco de anotações e outros instrumentos.

Duarte (2004) explica que uma boa entrevista exige que: o pesquisador tenha muito bem definidos os objetivos da pesquisa; conheça o contexto no qual vai realizar a investigação (sujeitos e situações); domine e teste o roteiro das entrevistas para evitar enganos; demonstre segurança e autoconfiança e seja informal quando necessário sem esquecer os objetivos da pesquisa e a importância dos sujeitos como fontes de informação.

6.2 Etapas da Pesquisa

Neste enquadramento, a pesquisa aqui descrita foi desenvolvida em cinco etapas distintas: (i) análise documental e pesquisa bibliográfica, que forneceram os subsídios teóricos para o desenvolvimento do trabalho; (ii) a identificação, seleção e confecção de materiais instrucionais introdutórios sobre fabricação digital e TA; (iii) definição e organização da sala de aula no AVEA Moodle; (iv) coleta dos dados, através da testagem do curso com os participantes selecionados, (v) 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, tendo sido ambos os materiais abordados previamente nas subseções 5.1 e 5.2 desta dissertação respectivamente.

6.2.1 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.

Em relação à educação de pessoas com deficiência no Brasil, alguns materiais analisados foram a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), a Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015) a Política Nacional da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (MEC, 2008), o Decreto nº 7.611 (BRASIL, 2011), a Política de Ações Afirmativas do IFRS (2014) e outras normativas da área, a fim de conhecer e melhor atender às especificidades desse público.

Para falar sobre Tecnologia Assistiva, foram consultadas a Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015), materiais de autores como Bersch (2017), Sonza et al (2013), Sonza et al (2020), 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 *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)*, em sua versão 2.1 (W3C, 2018), o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico, versão 3.1 (DGE, 2014), o Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais do IFRS (IFRS, 2017) e os estudos sobre desenho universal do Centro para Desenho Universal da Universidade do Estado da Carolina do Norte (CUD, 2008).

Considerando-se o movimento maker e a fabricação digital, alguns autores e materiais pesquisados foram Gershenfeld (2000), Gershenfeld (2008), Papert (2008), Hatch (2013), Anderson (2012), o site da Fab Foundation (2019), a revista Make Magazine, dentre outros.

O Quadro 7 sintetiza visualmente as áreas temáticas pesquisadas e quais foram as principais fontes utilizadas para a construção do referencial teórico da dissertação e elaboração do material didático do curso proposto.

Quadro 7: Áreas temáticas pesquisadas e principais fontes utilizadas

Área temática pesquisada	Principais fontes utilizadas
Deficiência, acessibilidade e educação inclusiva	Convenção sobre os direitos da pessoa com deficiência (ONU, 2007) Bernardes (2006) Carletto e Cambiaghi (2008) Censo (IBGE, 2010) Centro para Desenho Universal da Universidade do Estado da Carolina do Norte (CUD, 2015) Constituição Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU, 1948) Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) Decreto nº 5.296 (BRASIL, 2004) Decreto nº 6.949 (BRASIL, 2009) Decreto nº 7.611 (BRASIL, 2011) Diniz (2009) Garcia e ITS Brasil (2017) Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015) Lei nº 12.764 (BRASIL, 2012) Política de Ações Afirmativas do IFRS (IFRS, 2014) Política Nacional da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (MEC, 2008) Sasaki (2009) Sasaki (2010)
Tecnologia Assistiva (TA)	Assistive Technology Act (USA, 2004) Bersch (2017) Brasil e Microsoft Educação (2008) Comitê de Ajudas Técnicas (CAT, 2007) Cook e Hussey (1995) Galvão Filho (2009) Garcia e ITS Brasil (2017) Haven (2014). ISO 9999 (2016) ITS (2007) Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015) Sartoretto e Bersch (2019) Sonza et al (2013) Sonza et al (2020)
Movimento maker e fabricação digital	Alvarado et al (2009) Anderson (2012) Campos e Lopes (2017) Dougherty (2016) Fab Foundation (2019) Gershenfeld (2000) Gershenfeld (2008) Hatch (2013) Martinez e Stager (2013) Papert (2008) Peres et al (2015) Peres et al (2019) Raabe e Gomes (2008) Revista Make Magazine (2020)

EaD e acessibilidade digital	Anderson (2013) Butcher (2012) E-MAG, 3.1 (DGE, 2014) Instrução Normativa PROEX/IFRS nº 01, de 14 de janeiro de 2020 (IFRS, 2020) Instrução Normativa PROEX/IFRS nº 03, de 25 de maio de 2018 (IFRS, 2020) Lei Brasileira de Inclusão (2015) Mota e Inamorato (2012) Política de Ações Afirmativas (IFRS, 2014) Salton, Dall Agnol e Turcati (2017) WCAG, 2.1 (W3C, 2018). Wagner (2017) Yuan e Powell (2013)
-------------------------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Observou-se que o estudo desses documentos foi útil para a estruturação da seção de fundamentação teórica da pesquisa a ser realizada e também para a identificação, seleção e confecção de materiais para o curso MOOC. Concomitante com o estudo desses materiais, o pesquisador participou como estudante de um curso de capacitação EaD de 30h sobre MOOCs¹⁶ ofertado gratuitamente pelo IFRS (IFRS, 2019). Essa formação garantiu a instrumentalização do pesquisador e forneceu subsídios para a execução das próximas etapas da pesquisa.

6.2.2 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 movimento *maker*, fabricação digital, Tecnologia Assistiva e Tecnologia Assistiva de Baixo Custo. 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.

O procedimento de análise e seleção dos materiais identificados, consistiu em uma análise inicial do que foi encontrado para agrupá-los em algumas categorias gerais, como por exemplo, “Conceitos e definições” “Classificações”, “Exemplos”,

¹⁶ Após login no moodle, o curso está disponível em: <https://moodle.ifrs.edu.br/course/view.php?id=1954>

“Relações com o contexto educacional”, dentre outras categorias que auxiliaram posteriormente no desenho 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. O Quadro 8 sintetiza as principais categorias de agrupamento e materiais que nelas se encaixaram.

Quadro 8: Principais categorias de agrupamento e materiais que nelas se encaixaram

Categoria	Principais materiais selecionados
Conceitos e definições	<ul style="list-style-type: none"> ● Conceito de movimento maker e fabricação digital ● Conceito de espaços makers e equipamentos CNC ● Conceito de fab lab ● O que são equipamentos de fabricação digital ● Conceito de Tecnologia Assistiva (TA) ● Conceito de deficiência ● Definição de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo ● Acessibilidade e Inclusão em espaços makers
Classificações	<ul style="list-style-type: none"> ● Tipos de espaços Makers ● Classificação da Tecnologia Assistiva ● Classificação da TA na educação
Exemplos	<ul style="list-style-type: none"> ● Teóricos do movimento maker ● Exemplos de equipamentos de fabricação digital ● Como funciona as máquinas CNC ● Exemplos de usuários de TA ● Exemplos de Tecnologia Assistiva de Baixo Curso ● Exemplos de repositórios para a busca de soluções em TA
Relações com o contexto educacional	<ul style="list-style-type: none"> ● Movimento maker e fabricação digital na educação. ● Espaços makers na educação ● Recursos de TA na educação ● Recursos de TA fabricados/ adaptados na educação ● Projetos e eventos de fabricação de TA na educação

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Em situações em que os materiais identificados inicialmente não atenderam as especificidades do curso, foi necessária a confecção ou adaptação de conteúdo. 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.

6.2.3 Definição e organização da sala de aula virtual

Essa etapa da pesquisa iniciou com a busca de uma versão do AVEA Moodle no IFRS que apresentasse um bom nível de acessibilidade para hospedar o curso MOOC. Cabe esclarecer que o Moodle foi escolhido como AVEA por já ter sido diversas vezes utilizado pelo pesquisador, por ser um dos ambientes virtuais mais utilizados no mundo, por ser amplamente utilizado no IFRS e principalmente porque, geralmente, 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 da Reitoria foi escolhido por já ter implementado práticas de acessibilidade digital e consequentemente possuir um número menor de barreiras de acesso em comparação com a versão do Moodle do Campus Porto Alegre que está em processo de adequação. Dentre os pontos que se destacam, o Moodle da Reitoria já apresenta âncoras para saltar a blocos específicos de informação (menu, conteúdo e rodapé), melhores descrições para as imagens e *links*, melhores relações de contrastes e uma divisão lógica dos blocos de informação.

Na sequência, ocorreu a solicitação da abertura de uma sala de aula virtual para o setor de EaD da Reitoria que requisitou ao pesquisador o cadastro do curso junto ao Sistema de Informação e Gestão de Projetos (SigProj) na aba da extensão e também a comprovação de 150h de experiência com cursos EaD, respeitando o fluxo já apresentado na subseção 5.3 desta dissertação. Com o cadastro do MOOC efetuado e aprovado, o curso foi aberto e ocultado do público, permitindo ao pesquisador iniciar o planejamento e desenvolvimento das unidades.

Como próximo passo da pesquisa, foi iniciado o planejamento das unidades e conteúdos a serem abordados no curso (conforme será apresentado no capítulo seguinte). A partir do planejamento e desenho do curso, os materiais identificados, selecionados e confeccionados puderam ser distribuídos no AVEA, como exemplificado pela Figura 29.

Figura 29: Parte da sala virtual do curso

The screenshot displays a Moodle course interface. At the top, the course title is 'Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação'. Below the title, there is a section for 'Informações Gerais do Curso' (General Course Information) which includes a 'Bem-vindas!' (Welcome!) message and a video player. To the right, there is a list of units with checkboxes for completion. The units are organized into two main sections: '1. Conhecendo o que é movimento maker e fabricação digital' and '2. Espaços makers e equipamentos de fabricação digital'. Each unit has a checkbox next to it, indicating whether it has been completed.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A disposição dos materiais dos módulos iniciou por conteúdos introdutórios, os quais têm o objetivo de nivelar e situar o cursista, como, por exemplo, o que é movimento *maker* e 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 esse percurso, já que os materiais estão todos visíveis. 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 outras instrumentos disponíveis no ambiente.

A montagem da sala virtual considerou diretrizes de acessibilidade e desenho universal, visto que o público-alvo do curso contemplará pessoas com deficiência. Alguns exemplos dessas diretrizes foram: a utilização de rótulos em cada unidade do curso, a organização e divisão dos conteúdos em blocos, oferecer uma descrição informativa e objetivas para os materiais e atividades do curso. As práticas de acessibilidade implementadas na elaboração da sala virtual serão melhor detalhadas no capítulo seguinte desta dissertação.

6.2.4 Validação do curso

De modo a validar as proposições realizadas no curso inicialmente foi planejado uma testagem do curso por 06 pessoas com deficiência (estudantes e servidores) e 02 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 intelectual¹⁷ 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 e agentes de usuário e também permitiu identificar barreiras de acessibilidade com base em diferentes perspectivas e trajetórias educacionais.

O grupo de especialistas foi composto por duas pessoas com conhecimentos técnicos na área da acessibilidade digital e Tecnologia Assistiva e compõem a equipe do Centro Tecnológico de Acessibilidade do IFRS. O grupo de especialistas foi pensado, pois o IFRS é uma das poucas instituições públicas federais de ensino que possuem um Centro com profissionais experientes que atuam a mais de dez anos com pesquisas nessas temáticas, Além disso, esse setor já possui algumas experiências no desenvolvimento de cursos MOOC com acessibilidade na instituição, como, por exemplo, a participação na produção do curso de “Iniciação ao Serviço

¹⁷ Em decorrência da epidemia por Covid-19, o pesquisador não pode realizar as entrevistas presencialmente como havia sido planejado. Para não causar qualquer desconforto ao estudante optou por não realizar a entrevista.

Público nos Institutos Federais” e o curso “IFRS Forte e Inclusivo”, contribuindo assim com os objetivos desta pesquisa.

Como primeiro passo, em uma chamada de vídeo via Google Meet com o pesquisador, os participantes dos testes foram instruídos individualmente sobre o funcionamento da atividade. Nessa parte foi explicado que a entrevista contaria com 04 partes sendo elas: Parte I - Explicações sobre a pesquisa, Parte II - Caracterização do pesquisado, Parte III - Testes em oito páginas selecionadas e Parte IV - Perguntas finais. O roteiro completo da entrevista pode ser consultado no Apêndice I e abaixo será explicado como cada parte da entrevista foi conduzida individualmente com cada participante.

Na Parte I da entrevista foi explicitado aos participantes os objetivos da pesquisa, a dinâmica da entrevista e também foi enviado por e-mail a cada um deles um Termo de Consentimento Livre e Esclarecidos (TCLE). Nessa etapa o pesquisador ressaltou a importância dos testes para a pesquisa, agradeceu a colaboração de cada um e enfatizou que a identidade de cada participante seria mantida em absoluto sigilo.

Conforme mostrado na Figura 30, na Parte II da entrevista, o pesquisador solicitou que cada um dos envolvidos disponibilizassem alguns dados pessoais como “idade”, “escolaridade”, “se utilizou o Moodle”, “se possui deficiência ou outra especificidade”, “se utiliza recursos de Tecnologia Assistiva” dentre outras. Essas informações permitiram traçar um perfil do entrevistado e conhecer um pouco da sua trajetória pessoal e educacional.

Figura 30: Parte II da entrevista - Dados do entrevistado

Parte II - Dados do entrevistado
<ul style="list-style-type: none"> ● Qual sua idade? ● Qual seu nível de escolaridade? ● Você utiliza ou já utilizou a plataforma Moodle? Se sim, quando? ● Você possui alguma deficiência ou especificidade? Se sim, qual? ● Você utiliza ou conhece recursos de Tecnologia Assistiva? ● Você enfrenta ou conhece as barreiras/dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência no meio digital? ● O que você considera que poderia ser feito para diminuir ou eliminar essas barreiras no meio digital?

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na Parte III os participantes foram convidados (um de cada vez) a acessar o AVEA e o ambiente do curso. Nesse momento, o pesquisador conduziu os participantes a realizarem algumas tarefas como o cadastro no AVEA, encontrar o

curso, navegar pela sala virtual, acessar determinados conteúdos e funcionalidades, realizar uma atividade proposta, dentre outros, a fim de delimitar suas dificuldades. Conforme exemplificado na Figura 31, enquanto realizavam as tarefas propostas, cada participante respondeu perguntas, como por exemplo, “Você consegue navegar pelo formulário de cadastro?” “Você consegue navegar pela sala virtual?”, “Você consegue acessar o questionário e ter acesso às questões da atividade?”, dentre vários outros questionamentos.

Figura 31: Parte III da entrevista com exemplos de perguntas realizadas

Parte III - Testes nas páginas selecionadas - 08 páginas	
<ul style="list-style-type: none"> ● Página 1 - Cadastro no Moodle - https://moodle.ifrs.edu.br/login/signup.php? <ul style="list-style-type: none"> ○ Você consegue navegar pelo formulário? ○ Você consegue entender quais campos são de preenchimento obrigatório? ○ Você consegue compreender quais informações estão sendo solicitadas em cada campo? ○ É possível identificar e compreender mensagens de erro no preenchimento incorreto de campos? ○ Você conseguiu enviar o formulário e finalizar o cadastro? ○ Outras observações 	
<ul style="list-style-type: none"> ● Página 2 - Sala virtual - https://moodle.ifrs.edu.br/course/view.php?id=1519 <ul style="list-style-type: none"> ○ Você consegue navegar pela sala virtual? ○ Ao navegar você consegue compreender a organização (estrutura) dos conteúdos em unidades? ○ Os conteúdos (título das unidades, links, atividades) estão bem descritos? ○ Outras observações 	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Ainda em relação a Parte III, cabe deixar claro que os testes de acessibilidade ocorreram por amostragem, uma vez que seria extremamente trabalhoso, demorado e exaustivo se cada avaliador tivesse que testar todo o curso. Nesse caso, as tarefas realizadas (testes) ocorreram em oito páginas do curso, que foram previamente selecionadas pelo pesquisador, a fim de englobar recursos variados a serem testados, como vídeos, imagens, *links*, questionários, esquemas, sumários de links e outros.

Conforme ilustra a Figura 32, a quarta e última 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 é relevante e se a amostragem do conteúdo lhe despertou interesse em fazer futuramente o curso. Essas percepções individuais serão bastante importantes para as reflexões que serão apresentadas no próximo capítulo da dissertação.

Figura 32: Parte IV da entrevista - Perguntas finais

Parte IV - Perguntas finais
<ul style="list-style-type: none">• Em geral, o que você achou da acessibilidade do curso? Tem mais sugestões?• Você conseguiu compreender o conteúdo das páginas que foram testadas?• Para você, este conteúdo é relevante?• Mesmo testando algumas páginas, você se interessou em realizar o curso? Por que?

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Antes de adentrar a etapa de análise dos dados coletados, cabe esclarecer que, embora inicialmente planejadas para ocorrer presencialmente, foram realizadas entrevistas virtuais como método de coleta de dados, a fim de ouvir as pessoas com deficiência e especialistas da área de acessibilidade. A escolha de entrevistas na modalidade virtual ocorreu para que os participantes pudessem estar em um ambiente familiar, descontraído e, no caso das pessoas com deficiência elas poderiam fazer uso de seus recursos de Tecnologia Assistiva de acesso ao computador para testar o curso.

6.2.5 Análise dos dados coletados

A análise dos dados coletados foi realizada através da compilação das interações dos participantes com o curso durante os testes e também das respostas adquiridas durante as entrevistas para a produção de um relatório de acessibilidade do curso. Esse documento, permitiu ao pesquisador identificar problemas e realizar as adequações necessárias para eliminar barreiras que dificultam ou impedem o acesso das pessoas com deficiência aos conteúdos e ao ambiente de aprendizagem. Esse documento apresenta cinco seções sendo elas: Dados da avaliação, Acesso cadastro e login, Sala virtual do curso, Materiais e conteúdo do curso e Outras observações.

A seção “Dados da avaliação” reuniu informações gerais da avaliação, como, por exemplo, quantidade de avaliadores, quantos possuem deficiência ou limitações, quantos utilizam recursos de Tecnologia Assistiva, quais os recursos utilizados, qual o período dos testes, dentre outras observações, conforme mostrado na figura 33.

Figura 33: Relatório de acessibilidade do curso - Seção dados da avaliação

Relatório de acessibilidade do curso MOOC "Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação"	
1. DADOS DA AVALIAÇÃO	
Número total de avaliadores	06
Pessoas com deficiência	01 pessoas com deficiência visual (cegueira) 01 pessoa com deficiência visual (baixa visão) 01 pessoa com deficiência auditiva (surdo) 01 pessoa com TEA (leve)
Especialistas em acessibilidade digital	02 pessoas
Recursos de Tecnologia Assistiva utilizadas	Leitores de tela para Windows: Jaws e NVDA Leitor de tela para MacOS: Voice Over Ampliadores de Tela: Lupa do Windows, ampliação dos navegadores Google Chrome, Safari e Firefox (Ctrl+ e Ctrl-) Suite VLibras disponível no Moodle do IFRS
Período da avaliação:	20/04/2020 a 01/06/2020

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A Figura 34 exemplifica partes dos relatório de acessibilidade do curso. Esse relatório considera as seções referentes ao Acesso, Cadastro e login, Sala virtual, Materiais e conteúdos apresentam campos para apontar os erros encontrados pelos avaliadores o seu local de ocorrência, as soluções propostas pelo pesquisador e também outras observações. A última seção do relatório é destinada a outras observações sobre acessibilidade ou outros aspectos do curso.

Figura 34: Relatório de acessibilidade do curso - Outras seções do relatório

1. ACESSO, CADASTRO E LOGIN			
Problema encontrado	Local da ocorrência	Solução implementada	Observações
Os ícones de "!" utilizados para sinalizar campos obrigatórios não são claros.	Formulário de cadastro no Moodle	Utilizar símbolos que façam sentido para informar campos obrigatórios, como por exemplo, o "!!".	Informar este erro para o setor de EaD realizar a correção
Alguns campos não deixam clara qual informação está sendo solicitada.	Formulário de cadastro - campo "Situação no IFRS" e "Parceria"	Descrever melhor o campo ou fornecer uma opção de ajuda	Informar este erro para o setor de EaD realizar a correção
2. SALA VIRTUAL DO CURSO			
Problema encontrado	Local da ocorrência	Solução implementada	Observações
No vídeo de apresentação do curso é utilizada a palavra "Modulo", enquanto no material é utilizado "Unidade".	Sala Virtual - vídeo de apresentação do curso	Utilizar a palavra "Unidade" em todo curso.	Em processo de correção

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Nesse contexto, o relatório completo encontra-se disponibilizado no Apêndice II, ele consolida os testes realizados, as respostas das entrevistas, os problemas de acessibilidade identificados, as soluções tomadas para sua correção e observações explicativas sobre cada ponto abordado. Observa-se ainda que, o documento serviu para comprovar a acessibilidade do curso, demonstrando que o produto está apto a atender ao público-alvo proposto e também diferentes perfis de usuário, conforme o objetivo inicialmente proposto nesta pesquisa.

7 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO DE PESQUISA

Após realizadas todas as etapas da pesquisa, conforme detalhado no capítulo da metodologia, este capítulo apresenta o curso MOOC denominado “Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação”. Para além, também são mostradas as práticas de acessibilidade digital e desenho universal aplicadas no curso.

7.1 APRESENTAÇÃO DO CURSO

O curso MOOC “Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação” foi desenvolvido em parceria com o POALAB (fab lab do IFRS Campus Porto Alegre) e o Centro Tecnológico de Acessibilidade (CTA) da reitoria do IFRS. O curso contém 05 unidades de estudo, totalizando a carga horária de 40 horas e tem como objetivo apresentar conceitos sobre movimento *maker* e fabricação digital, apresentando possibilidades de seu uso para a prototipagem de recursos de apoio personalizados para estudantes com deficiência ou outras limitações.

Essa formação foi planejada a partir de uma perspectiva inclusiva, procurando disponibilizar todo o conteúdo do curso em formato acessível para que profissionais da educação inclusiva (AEE) e, principalmente, pessoas com deficiência possam ter acesso facilitado a esse material. Assim, garantir o acesso deste público ao movimento *maker* é proporcionar uma oportunidade para que eles se transformem em protagonistas no desenvolvimento de projetos pessoais e também criem artefatos personalizados e de baixo custo para uso em ambientes educacionais.

O Quadro 9 apresenta o curso de maneira sintetizada, mostrando cada unidade de aprendizagem, sua carga horária (CH), seu objetivo de aprendizagem e os conteúdos programáticos.

Quadro 9: Unidades, carga horária, objetivos e conteúdos programáticos do curso

MOOC

Unidade	CH	Objetivo	Conteúdos
Conhecendo o que é movimento <i>maker</i> e fabricação digital	5h	Introduzir os conceitos e fundamentos do movimento maker e da fabricação digital.	<ul style="list-style-type: none"> ● O que é movimento maker e fabricação digital ● Histórico do movimento maker e da fabricação digital ● Teóricos do movimento maker ● Movimento maker e fabricação digital na educação ● Teste seus conhecimentos 1
Espaços makers e equipamentos de fabricação digital	10h	Apresentar quais são os espaços makers e equipamentos de fabricação digital	<ul style="list-style-type: none"> ● O que são espaços makers <ul style="list-style-type: none"> ○ Hackerspaces e makerspaces ○ Fab labs ○ Exemplos de espaços makers na educação ● Equipamentos de fabricação digital <ul style="list-style-type: none"> ○ Impressoras 3D ○ Cortadora a laser ○ Router e outros equipamentos ● Teste seus conhecimentos 2
Tecnologia Assistiva (TA)	10h	Apresentar o que é TA e TA de Baixo Custo e como elas são importantes na vida de PCDs	<ul style="list-style-type: none"> ● O que é Tecnologia Assistiva (TA) ● Classificação da TA <ul style="list-style-type: none"> ○ Recursos de TA ○ Recursos de TA na educação ○ Exemplos de recursos de TA na educação ● Tecnologia Assistiva de Baixo Custo ● Teste seus conhecimentos 3
Possibilidades para a fabricação de recursos de TA de Baixo Custo na educação	10h	Apresentar a fabricação digital como uma alternativa para fabricar recursos de TA de baixo custo na educação envolvendo as PCDs.	<ul style="list-style-type: none"> ● Acessibilidade e inclusão nos espaços makers ● A fabricação digital como uma proposta para produzir/adaptar TA ● Considerações para a fabricação/adaptação de recursos de TA <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 ● Exemplos de recursos de TA fabricados na educação ● Teste seus conhecimentos 4
Para além do processo de fabricação de recursos de TA	5h	Apresentar projetos e eventos que buscam soluções em TA para além do processo de fabricação digital.	<ul style="list-style-type: none"> ● O projeto de Centro de Referência em Tecnologia Assistiva (CRTA) do IFRS ● I Desafio Criativo do IFRS ● Eventos sobre fabricação digital de TA ● Relatos sobre fabricação digital de TA ● Atividade final do curso
Carga horária total	40 horas		

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

O curso MOOC proposto já está publicado e encontra-se disponível no catálogo de cursos EaD no Moodle da Reitoria do IFRS¹⁸, como esquematizado na Figura 35. Nesse primeiro momento, por ser ainda um piloto, o setor de EaD considerou mais apropriado deixá-lo apenas disponível para os servidores da instituição. Após mais testes, essa formação será aberta a todos aqueles que desejarem aprender mais sobre movimento *maker* e fabricação digital de recursos de TA na educação. Nesse sentido, é relevante reforçar, que a oferta do curso também está prevista para ocorrer junto ao Campus Porto Alegre no segundo semestre de 2020, após a submissão e aprovação do projeto pela Comissão de Gerenciamento de Ações de Extensão (CGAE).

Figura 35: Curso disponível no Moodle da Reitoria em Capacitação para servidores



Fonte: Moodle/IFRS (2020)

Na subseção seguinte são mostradas algumas práticas de acessibilidade digital e desenho universal que foram aplicadas durante a concepção do produto, conforme estabelecido nos objetivos da pesquisa.

¹⁸ Moodle da Reitoria do IFRS disponível em: <https://moodle.ifrs.edu.br/>

7.2 Acessibilidade e Desenho Universal Aplicados ao Produto

O curso foi planejado para abranger o maior número possível de estudantes, não apresentando barreiras de acesso para eles. Os processos de escolha do AVEA 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 Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais (IFRS, 2017) e pelo Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG 3.1) (DGE, 2014). Logo, diversas recomendações contidas nesses documentos foram aplicadas ao curso em um contexto de EaD, conforme é exposto nos exemplos a seguir.

Partindo desses documentos, também é fundamental esclarecer que a acessibilidade digital não é apenas para deficientes visuais, mas sim para todos os diferentes perfis de usuários. Esse equívoco frequentemente se manifesta através da pergunta: “Tenho que adaptar meu site/sistema para os cegos?”. Isso ocorre porque muitas das práticas beneficiam nitidamente usuários com deficiência visual, que fazem uso de softwares leitores e ampliadores de tela e são, constantemente, privados de diversas informações que estão no meio digital apenas em formato visual, como imagens, cores, formatos e outros.

Com base nos documentos supramencionados e na seção 5.2 desta dissertação, são diversas as diretrizes para garantir acessibilidade em artefatos digitais, mas aqui foram escolhidas apenas algumas para demonstrar que é possível adotá-las sem dificuldade. A seleção dos exemplos mostrados foi realizada pelo pesquisador que considerou tais modelos de fácil compreensão e aplicação na EaD por qualquer profissional da educação, mesmo que este não tenha conhecimentos aprofundados em informática.

Para facilitar a navegação pelo ambiente e na sala virtual do curso, optou-se por uma versão do AVEA Moodle que disponibilizasse âncoras posicionadas estrategicamente para “saltar” a blocos específicos ou “pular” seções com muitas informações. Esses links servem para facilitar a navegação de usuários que utilizam apenas o teclado, como no caso de usuários de leitores de tela. Exemplos são as âncoras “Ir para o Conteúdo”, “Pular Dados Gerais do Curso” e “Pular Equipe”, mostradas na Figura 36.

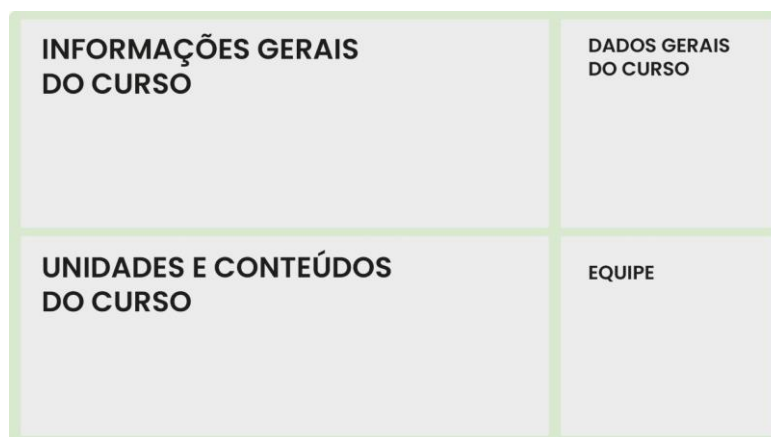
Figura 36: Exemplos do uso de âncoras



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para que as âncoras tenham sentido, é muito importante que o ambiente e a sala virtual também apresentem uma divisão lógica das áreas de informação. Essa estruturação possibilitará 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. Um exemplo dessa prática é a organização do ambiente nos blocos “Informações Gerais do Curso”, “Unidades e Conteúdo do Curso”, “Dados Gerais do Curso” e “Equipe”, ilustrados pela Figura 37.

Figura 37: Ilustração da divisão do ambiente do curso em blocos

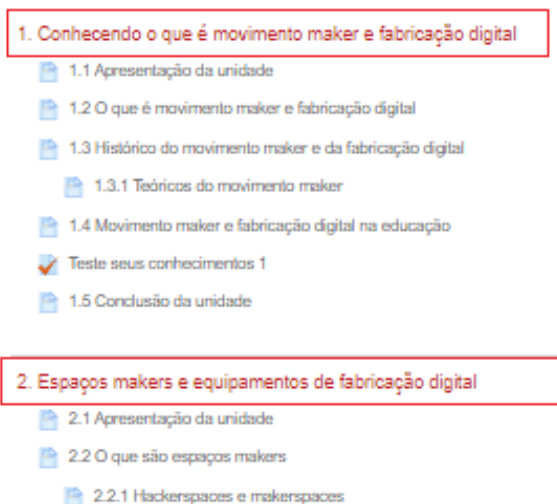


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Ao entrar na sala virtual é muito importante que o estudante consiga perceber sua estrutura, identificando a organização das unidades de aprendizagem, conteúdos e atividades. Essa organização fornece segurança ao cursista que pode planejar melhor seus estudos e encontrar facilmente os recursos desejados, principalmente,

se estiver navegando com um *software* leitor de tela. Os cursos podem ser organizados por meio de módulos ou unidades que devem ser identificadas por rótulos ou etiquetas, como apresentado na Figura 38.

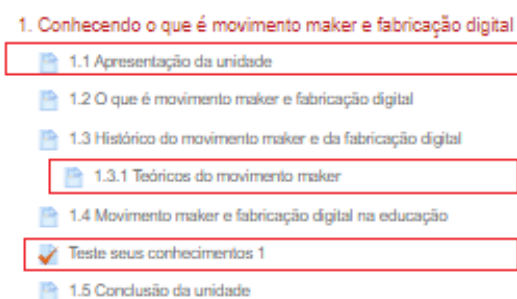
Figura 38: Exemplo do uso de rótulos para identificar unidades



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Como complemento a utilização dos rótulos, é essencial descrever também os recursos contidos em cada unidade. Uma descrição adequada é clara, objetiva e ao mesmo tempo informativa, garantindo o reconhecimento rápido do tipo de material pelos usuários (orientações, conteúdos, tarefas e atividades, etc.). As descrições “Apresentação da unidade”, “Teóricos do movimento *maker*” e “Testes seus conhecimentos 1” destacados na Figura 39 exemplificam essa prática.

Figura 39: Exemplo de descrições de recursos disponíveis em cada unidade

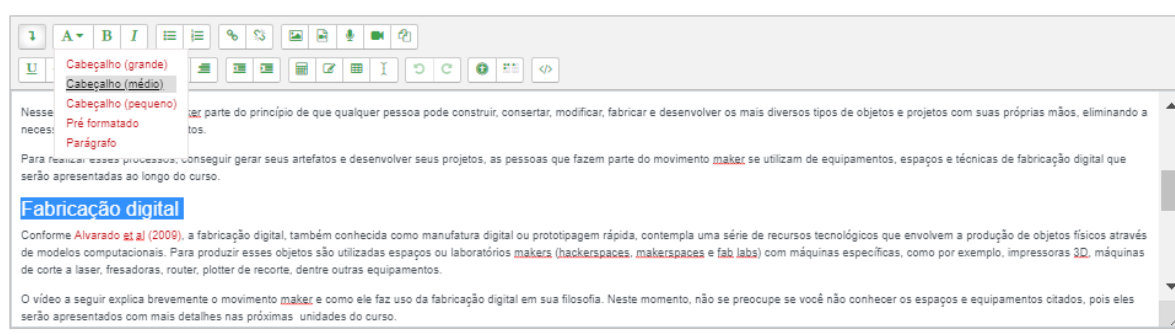


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Nas páginas de conteúdo (páginas web) é essencial utilizar e marcar os estilos (Título 1, Título 2, Título 3, etc.) adequadamente. 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. Além disso, quando corretamente empregadas, essas marcações permitem ao usuário de leitor de tela navegar rapidamente entre as diferentes seções de uma página. A Figura 40 e Figura 41 mostram a aplicação e a exibição dos estilos em uma página respectivamente.

Figura 40: Aplicação dos estilos em uma página de conteúdo



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 41: Exibição dos estilos em uma página de conteúdo

Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação - Turma 2020A

Panel / Cursos / Cursos Gratuitos e Abertos, inscreva-se já! / (pouca) / PFDR2020A / 1. Conhecendo o que é movimento maker e fabricação digital / 1.2 O que é movimento maker e fabricação digital

H1

1.2 O que é movimento maker e fabricação digital H2

É comum que as pessoas confundam o movimento maker com a fabricação digital. No entanto, antes de tudo, é importante compreender que essas duas expressões não apresentam o mesmo significado, uma vez que a fabricação digital faz parte do movimento/cultura maker.

Movimento maker H3

Make (criar) é um termo que remete geralmente a um grupo de pessoas comuns que costumam construir, adaptar, consertar, modificar e fabricar objetos, buscando compreender como estes funcionam. A reunião destas pessoas em comunidades passou a formar espaços propícios de criação e deu origem a bases para o que veio a se chamar de movimento maker.

Com a filosofia do "faça você mesmo" ou do inglês "do-it-yourself" esse movimento teve origem nas ideias de Seymour Papert (1974) idealizador do Construcionismo. De maneira geral o Construcionismo acredita que a construção de conhecimentos e o aprendizado é facilitado quando as pessoas desenvolvem/constróem algum objeto público e compartilhável que para elas adquira sentido, importância e significado.

Seguindo essa premissa, o *The Maker Movement Manifesto* (2013), escrito por Mark Hatch (ex-CEO e cofundador da rede de espaços e treinamento maker Techshop) traz alguns dos valores do movimento maker:

- fazer - fazer e criar são fundamentais ao ser humano, todos precisam disso para se sentirem completos;
- compartilhar - para ter sentido, o que é feito ou criado deve ser compartilhado com os demais;
- aprender - todos devem aprender a fazer, buscando sempre novos materiais, métodos, equipamentos e processos;
- brincar e experimentar - durante o processo é importante brincar, experimentar e se divertir com o que está sendo feito ou criado;
- participar - buscar fazer conexões e participar de diferentes espaços (workshops, seminários, oficinas) que estimulam a cultura maker;
- mudar - identificar e abraçar as mudanças que acontecem ao longo da sua jornada dentro do movimento maker.

Nesse sentido, o movimento maker parte do princípio de que qualquer pessoa pode construir, consertar, modificar, fabricar e desenvolver os mais diversos tipos de objetos e projetos com suas próprias mãos, eliminando a necessidade de comprá-los prontos.

Para realizar esses processos, conseguir gerar seus artefatos e desenvolver seus projetos, as pessoas que fazem parte do movimento maker se utilizam de equipamentos, espaços e técnicas de fabricação digital que serão apresentadas ao longo do curso.

Fabricação digital H3

Conforme Alvarado et al (2009), a fabricação digital, também conhecida como manufatura digital ou prototipagem rápida, contempla uma série de recursos tecnológicos que envolvem a produção de objetos físicos através de modelos computacionais. Para produzir esses objetos são utilizadas espaços ou laboratórios makers (hackerspaces, makerspaces e fab labs) com máquinas específicas, como por exemplo, impressoras 3D, máquinas de corte a laser, fresadoras, router, plotter de recorte, dentre outras equipamentos.

O vídeo a seguir explica brevemente o movimento maker e como ele faz uso da fabricação digital em sua filosofia. Neste momento, não se preocupe se você não conhecer os espaços e equipamentos citados, pois eles serão apresentados com mais detalhes nas próximas unidades do curso.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Durante a seleção e confecção do material didático, todas as imagens ou conteúdos gráficos que transmitem informação receberam uma descrição. 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. Como apresentado nas Figura 42 e Figura 43, a

descrição de imagens simples, como por exemplo, ilustrações, fotografias ou figuras foi inserida através da legenda (texto inserido abaixo da imagem) ou do texto alternativo (texto alt) na caixa de propriedades da imagem no campo “Descreva essa imagem para alguém que não consiga vê-la”.

Figura 42: Exemplo de descrição inserida na legenda da imagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

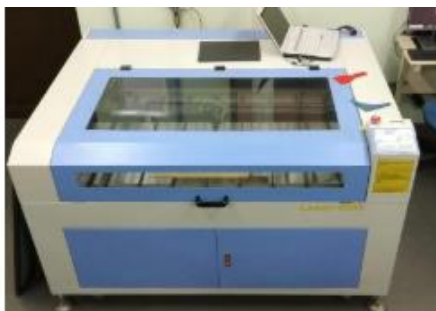
Figura 43: Exemplo de descrição inserida na caixa de texto alternativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

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, como exemplificado na Figura 44.

Figura 44: Exemplo de descrição longa da imagem inserida no contexto do conteúdo



Exemplo de cortadora a laser

Fonte: CTA/IFRS (2019)

Descrição longa da imagem: A máquina de corte a laser tem formato quadrado e possui uma tampa em sua parte superior. No interior, existe um laser e uma mesa onde são colocados os materiais para serem cortados ou gravados. A tampa possui uma janela de vidro transparente por onde é possível observar o processo que está ocorrendo no seu interior. Em seu canto direito, ao lado da tampa, existem botões que permitem controlar funções do equipamento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Os links inseridos ao longo dos conteúdos também receberam uma descrição, a qual informa claramente seu objetivo e destino, como exemplificado na Figura 45. 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”.

Figura 45: Exemplos de descrições informativas para os links

Esses dois fatores desencadearam alguns acontecimentos que impulsionaram o crescimento do movimento maker no mundo, sendo eles:

- Década de 70 - período de expansão dos computadores e da internet
- 2004 - [Projeto RapRap](#), uma iniciativa que surgiu na Inglaterra para fabricação de impressoras 3D
- 2005 - criação da [Revista Make Magazine](#), destinada a publicar conteúdo sobre o movimento maker (computação, eletrônica, robótica, marcenaria, metalurgia, dentre outros)
- 2008 - realização da [primeira Maker Faire](#), uma feira destinada a compartilhar conhecimentos e experiências entre criadores
- 2009 - surgimento da [Fab Foundation](#), organização internacional sem fins lucrativos para o incentivo e apoio à implantação de fab labs em diversas partes do mundo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para conteúdos que são muito extensos, no início das páginas foi oferecido um sumário de *hiperlinks* (âncoras) como disposto na Figura 46. 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.

Figura: 46: Exemplo de sumário de hiperlinks

3.3.3 Exemplos de recursos de TA na educação

Existe uma infinidade de recursos de TA que podem ser utilizados por estudantes com deficiência na realização de tarefas educacionais. [Sonza et al \(2020\)](#), com base na classificação [ISO 9999 \(2016\)](#) apresenta alguns exemplos como:

- [recursos de apoio para a visão](#);
- [recursos de apoio para audição](#);
- [recursos de apoio para a escrita](#);
- [recursos de apoio para a leitura](#);
- [recursos de apoio para cálculo](#);
- [recursos de apoio para comunicação](#);
- [recursos de apoio para planejamento e organização](#);
- [recursos de apoio para o uso do computador](#).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para o conteúdo em formato multimídia (áudio e vídeo) foram inseridas alternativas, como, por exemplo, transcrição textual, legendas do Youtube e janela de interpretação em Libras. A transcrição textual, legenda e janela em Libras, conforme ilustrado na Figura 47, asseguram a compreensão do conteúdo por estudantes surdos ou que não possuem equipamentos de reprodução de áudio ou vídeo.

Figura 47: Vídeo com transcrição textual, legenda do Youtube e janela em Libras



INSTITUTO FEDERAL do Rio Grande do Sul
MPIE
CTA

Curso Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação

Transcrição textual do vídeo "Introdução ao POALAB"

Duração do vídeo: 1 minuto e 53 segundos.

Início do conteúdo

Imagem da fachada do IFRS Campus Porto Alegre no fundo, com logo do POALAB (desenho de três pessoas se dando as mãos em círculo, uma na cor verde, outra na cor azul e outra em cor vermelha) em primeiro plano.

O POALAB está sediado no Campus Porto Alegre do IFRS.

A câmera se movimenta rapidamente mostrando a entrada do Campus, recepção e segue por um corredor até uma área com diversas mesas do tipo bancada.

É um laboratório de fabricação digital conectado a rede mundial de fab labs que teve origem no centro de bits e átomos do MIT.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Outros cuidados durante a seleção e confecção do material foram adotados, sendo eles: a utilização de fontes sem serifa (são fontes sem prolongamentos ou pequenos traços que ocorrem no fim das hastes dos caracteres), como, por exemplo, Arial ou Helvética; não utilizar texto cursivo, todo em maiúsculo, negrito ou itálico; o emprego de uma boa relação de contraste entre plano de fundo e primeiro plano

(fontes escuras em fundos claros ou fundos escuros e fontes claras); aplicação de cada elemento para seu devido propósito, itens de lista para lista, uso de estilos para títulos, parágrafos, citações, dentre outros.

Procurando sempre melhorar o curso e diminuir possíveis barreiras de acessibilidade, no início da sala virtual foi disponibilizada uma página com informações sobre o curso. Essa página inclui explicações sobre acessibilidade e dados de contato do pesquisador, para que os cursistas possam fazer sugestões, relatar dificuldades e enviar dúvidas sobre os materiais do curso, como mostra a Figura 48.

Figura 48: Explicações sobre a acessibilidade do curso

Sobre a acessibilidade deste curso

Este curso foi elaborado para atender ao maior número possível de perfis de usuários, inclusive aqueles que possuem alguma deficiência ou fazem uso de algum recurso de Tecnologia Assistiva.

Para isso, ao longo do seu desenvolvimento, foram tomados os seguintes cuidados:

- Seleção de uma versão do AVEA Moodle que contivesse âncoras que permitem saltar/pular para blocos específicos do conteúdo, como "Ir para o conteúdo principal", "Saltar bloco administração" e outros, facilitando assim a navegação pelo ambiente;
- Seleção de uma versão do AVEA Moodle que contemplasse outros recursos de acessibilidade, como o *breadcrumb*, que apresenta o conjunto de páginas percorridas ("Você está em: "), divisão bem organizada de blocos de informação (topo, menu, conteúdo, bloco esquerdo e bloco direito), utilização de contraste adequado, dentre outros recursos.

Além desses cuidados, conforme estabelecido nas [Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web \(WCAG\) 2.1](#), no [Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais do IFRS](#) e também no [Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico \(e-MAG 3.1\)](#) durante a elaboração do material didático (páginas web, imagens, vídeos, atividades, dentre outros) buscou-se:

- Garantir que todas as funcionalidades estivessem disponíveis pelo teclado;
- Aplicar uma boa relação de contraste entre plano de fundo e primeiro plano;
- Utilizar fontes com tamanho maior e sem serifa;
- Aplicar cada elemento de acordo com o seu real propósito (listas, cabeçalhos, parágrafos, dentre outros);
- Descrever todas as imagens que transmitem conteúdo ao usuário;
- Descrever links de maneira clara e objetiva;
- Oferecer sumário de âncoras para conteúdos muito extensos;
- Fornecer conteúdos alternativos para áudio ou vídeo, como legenda, transcrição textual e quando possível janela com intérprete de Língua Brasileira de Sinais (Libras) e audiodescrição.

Assim, espera-se que o curso não apresente barreiras de acessibilidade a qualquer estudante. No entanto, se ao longo do curso você encontrar alguma dificuldade, entre em contato com o professor através do e-mail anderson.dallagnol@ifrs.edu.br e relate seu problema para que possamos aperfeiçoar a acessibilidade de nossos materiais.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Partindo do que foi exposto, tão importante quanto entender a parte técnica de um projeto acessível é refletir sobre seu processo de elaboração e como ele impacta e transforma as pessoas e instituições que nele estão envolvidas. Embora tenham sido seguidas normativas sobre acessibilidade digital, é sempre recomendado que o produto seja avaliado por usuários reais. No capítulo a seguir, são expostos os resultados e algumas discussões acerca da avaliação do curso.

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

“Eu já tinha ouvido falar de movimento maker e de TA, mas não sabia que era algo tão complexo e tão interessante.”

Estudante de 19 anos que tem baixa visão e testou o curso

A partir da pesquisa proposta e das etapas realizadas, neste capítulo são abordados os resultados derivados da avaliação do curso pelos participantes, como também alguns pontos para discussão e análises. Logo, é mostrado o perfil dos participantes, na sequência são trazidos os resultados e, por fim itens práticos sobre projetos EaD acessíveis.

8.1 Perfil dos Participantes

Após a realização da Parte I da entrevista onde foram explicados os objetivos da pesquisa e os procedimentos para condução do experimento, deu-se início a Parte II da coleta de dados. Nessa etapa (como já detalhado na subseção 6.2.4), foram coletadas algumas informações pessoais sobre os participantes. Os dados mostraram que o grupo de especialistas e pessoas com deficiência foi composto por estudantes e servidores do IFRS entre 19 e 45 anos que possuem formação de nível superior (graduação e pós graduação) completo ou em andamento.

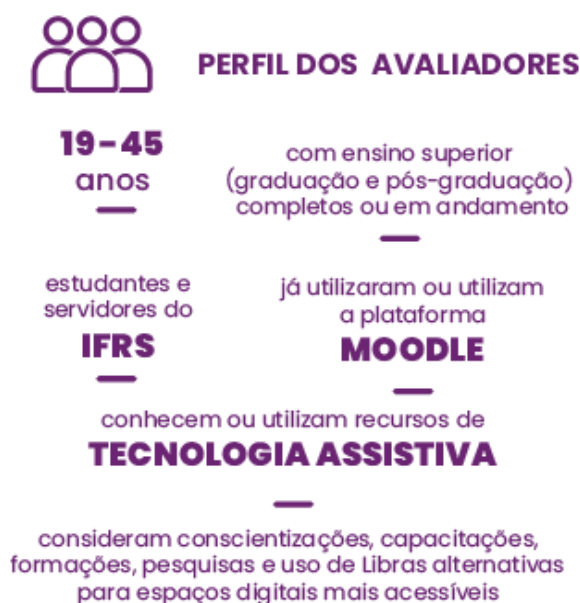
Em relação ao uso do Moodle, todos os pesquisados informaram que conhecem e já utilizaram o ambiente, considerando-o bastante familiar e de fácil utilização. Tal fato fortaleceu a prerrogativa que essa plataforma é amplamente conhecida no IFRS, e, quando implementada com acessibilidade, torna-se bastante adequada para o desenvolvimento e oferta de cursos e capacitações para todos os públicos, inclusive aqueles que possuem alguma deficiência ou limitação.

Outro ponto relevante que chama a atenção em relação aos entrevistados é que todos eles utilizam ou conhecem recursos de Tecnologia Assistiva (TA). Porém, mesmo tendo conhecimento dos artefatos (no caso dos especialistas) ou fazendo uso diário (no caso das pessoas com deficiência), todos eles relataram que embora essas ferramentas facilitem o acesso ao meio digital, esse espaço ainda apresenta inúmeras barreiras de acessibilidade. Quando questionados a respeito de possíveis soluções para essa situação, foram apontadas as seguintes ações:

- desenvolver ações que minimizem o preconceito, conscientizem as pessoas e promova uma mudança de atitude;
- incentivar ações e projetos que visem a pesquisa e o desenvolvimento de soluções gratuitas em TA;
- investir em conscientização e capacitação nessas áreas dentro das instituições, principalmente em relação ao grupo de gestores que podem implantar uma nova cultura organizacional;
- reivindicar que acessibilidade digital e TA sejam tópicos a serem abordados na formação de diversos profissionais como: professores, desenvolvedores, web designers, comunicadores, designers instrucionais, dentre outros;
- utilizar Libras em todos os processos, procedimentos e produtos educacionais das instituições garantindo a total inclusão da comunidade surda nos meios escolares.

A Figura 49 resume as respostas da segunda parte da entrevista, trazendo o perfil dos participantes da pesquisa. A imagem também ilustra, o que na opinião deles constitui medidas práticas para assegurar espaços digitais mais inclusivos.

Figura 49: Perfil dos avaliadores e sugestões para garantir a acessibilidade no meio digital



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na sequência, são mostrados os resultados das avaliações do curso. Os resultados incluem as sugestões de alterações no produto e também as opiniões pessoais dos participantes da pesquisa.

8.2 Resultado das Avaliações e Discussões

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, foram questionados e incentivados a relatar problemas e erros existentes no produto. Os erros de acessibilidade identificados, seu local de ocorrência, as soluções adotadas e demais observações estão descritas no relatório disponível no Apêndice II.

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 que, conforme mostrado na seção 2 do relatório do Apêndice II incluem:

- informar com mais clareza quais campos são de preenchimento obrigatório;
- tornar o foco do teclado visualmente evidente, facilitando o preenchimento de campos por usuários com baixa visão;
- 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;
- 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 irá facilitar o ingresso de todos os públicos ao Moodle, garantindo que qualquer estudante possa acessar os cursos MOOC ofertados pela instituição. Os problemas pontuados serão repassados ao setor de EaD da Reitoria para análises e aprimoramento do sistema.

Em relação a **sala de aula virtual**, os pesquisados 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:

- substituir a palavra “Módulo” por “Unidade” no vídeo de “Apresentação do Curso”, garantindo a padronização no uso das expressões;
- 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;
- 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;
- implementar nas páginas internas um *link* “Voltar para a sala virtual”, garantindo o retorno rápido para a página inicial do curso;
- identificar visualmente no menu do sistema quais opções são relacionadas ao ambiente e quais se relacionam com o curso.

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

- substituir as legendas do Youtube, atualmente fornecidas nos vídeos por uma legenda aberta (embutida);
- exibir a transcrição textual dos vídeos, que atualmente abrem em documentos externos em páginas do próprio Moodle;
- alterar a descrição de alguns *links*, substituindo a descrição no formato de citação (Ex: Sonza (2013) pelo título do material, garantindo que façam sentido quando lidos fora do contexto da página;
- detalhar mais as instruções para realização da atividade “Teste seus conhecimentos 1”, garantindo a compreensão de todos os cursistas.

No que se refere às alterações sugeridas na sala virtual e nos conteúdos, algumas delas já foram realizadas pelo pesquisador, enquanto outras encontram-se em processo de correção, já que requerem uma revisão mais detalhada das páginas, como pode ser observado nas seções 3 e 4 do relatório do Apêndice II.

A quarta e última parte da entrevista trouxe 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. Seguem, abaixo, os trechos 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: “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, “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 enquanto produto 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 “Eu achei o curso de fácil acesso, bem esclarecedor, a estrutura está muito boa assim como está”. O estudante com TEA sugeriu a troca de algumas expressões ao longo do conteúdo (como apontado no relatório do Apêndice II), mas relatou “Eu não tive dificuldades para navegar ou consumir o conteúdo”. Já no caso do estudante surdo, ele elogia a iniciativa e coloca a importância de ambientes virtuais de ensino e aprendizagem que estejam preparados para receber a comunidade surda. Seu depoimento foi:

“É importante tem acessibilidade dentro moodle, porque atual IFRS campus restinga não tem acessibilidade dentro moodle para alunos pessoas com deficiência. Eu gostei seu projeto. Parabéns você tem preocupado seu projeto foco acessibilidade dentro Moodle.”

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:

“Extremamente relevante, considerando que a tecnologia assistiva 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 movimento *maker* e 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: “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? Porquê?”. 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 baixa oferta de cursos na área e também a qualidade, simplicidade e atualidade do conteúdo foram características citadas, conforme exemplificado no relato do especialista 2:

“Sim, faria ele com certeza e já vou indicar para várias pessoas para que assim que ele ficar disponível elas o façam, vale muito a pena. O conteúdo está bem completo e bem organizado. Não é nada muito extenso, prefiro cursos assim como esse, objetivos. O assunto abordado também é super atual e pelo menos para mim, pouco explorado, não vejo cursos como esse disponíveis por aí.”

O grupo das pessoas com deficiência também expressou interesse e pontuaram os motivos que os levaram a querer continuar seu aprendizado. 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:

“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. O que mais me chamou atenção ao carregar a página principal foi o vídeo, que esclareceu de forma bem objetiva a organização do curso.”

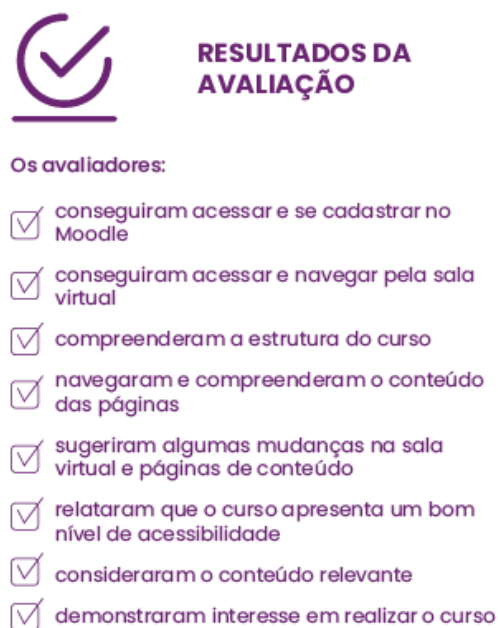
Já no caso do estudante com baixa visão, ele enfatizou a organização do curso e afirmou que embora já tenha conhecimentos iniciais na área o projeto expandiu seus horizontes:

“Eu já tinha ouvido falar de movimento maker e de TA, mas não sabia que era algo tão complexo e tão interessante. Me interessei, porque eu achei a estrutura e o conteúdo do curso muito bom, 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: “Me interessei sim, é um assunto que tem tudo a ver comigo e também com o meu trabalho”. Enquanto o segundo apontou: “Eu tenho interesse esse curso, porque futuro eu vou criar um aplicativo oferece atendimento pessoas com deficiência”.

Perante as avaliações que foram apresentadas, a Figura 50 resume as partes III e IV da entrevista. A referida figura também consolida o resultado das avaliações conforme a perspectiva dos participantes da pesquisa.

Figura 50: Síntese dos resultados das avaliações dos participantes



Fonte: Elaborado pelo autor (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 enorme variedade de tipos de usuário. O relatório apresentado no Apêndice II exemplifica essa alegação. Nesse caso, como ocorreu nessa pesquisa, é vital trabalhar junto com as 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.

Para conceber um produto acessível, é preciso considerar aspectos relacionados aos conteúdos e também a interface ou sistema no qual ele será disponibilizado. No caso de um curso, o relatório do Apêndice II deixa claro que tão importante quanto o material estar acessível é o sistema (AVEA) também estar preparado para atender as necessidades de variados usuários. Logo, acessibilidade no contexto da EaD constitui um esforço conjunto entre os professores que organizam

o material e também a instituição que implementa e disponibiliza os sistemas para ensino e aprendizagem.

Outro fator relevante é que embora projetos tenham uma natureza temporária, e seu desenvolvimento apresenta início, meio e fim bem delimitados, cuidados com 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 51 sintetiza os tópicos relevantes para a elaboração de projetos digitais acessíveis com ênfase em projetos voltados para a EaD.

Figura 51: Ações para garantir cursos acessíveis na EaD



Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nos resultados, 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 movimento *maker* e fabricação digital de TA de Baixo Custo na educação, incluindo principalmente as pessoas com deficiência ou outras limitações.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, a legislação assegura para todos, inclusive para as pessoas com deficiência ou outras limitações, o direito à educação. No caso desse público em específico, a lei também normatiza que os sistemas educacionais devem ser inclusivos, garantindo que qualquer estudante possa participar, aprender e contribuir com os espaços educacionais. Sistemas educacionais inclusivos são aqueles que ofertam o AEE aos estudantes com deficiência, promovendo, quando necessário, a seleção, confecção, uso e a avaliação de recursos de Tecnologia Assistiva no contexto educacional. Logo, as normativas deixam claro que é através do AEE que são fornecidos aos estudantes com deficiência os recursos de apoio (TA) necessários para que possam ter êxito ao longo de seu percurso de ensino e aprendizagem.

Como abordado no trabalho, embora não exista escassez de normativas, há uma grande demanda de recursos e principalmente capacitações na área da TA. Em relação aos recursos é necessário que eles sejam acessíveis economicamente para as instituições, e atendam as especificidades de cada estudante, de modo que ele, não receba soluções prontas, mas sim, em parceria com profissionais, participe dos processos de criação e customização do seu(s) artefato(s) de TA. Logo, as capacitações são um caminho para que os profissionais do AEE e pessoas com deficiência adquiram juntas o conhecimento necessário para encontrar soluções de TA, mas também possam ir além, repensando e trazendo protagonismo aos processos de criação e prototipação dos artefatos.

O movimento maker, os espaços e equipamentos de fabricação digital já adentram gradativamente as instituições de ensino e, como visto ao longo do texto se mostram uma alternativa valiosa para desenvolver projetos em diversas áreas de conhecimento, inclusive na fabricação de artefatos de TA. Contudo, como foi exposto, não basta produzir os artefatos, mas sim capacitar e trabalhar junto com os estudantes que deles necessitam para resultar em projetos realmente úteis

Retomando tudo isso, a pesquisa desenvolvida apresentou como problema inicial “Como despertar o interesse e favorecer a apropriação de conhecimentos relacionados à fabricação digital para as pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva (AEE), considerando princípios do desenho universal e da acessibilidade digital?”. A partir deste questionamento, a 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, permitindo que tais artefatos cheguem aos estudantes que realmente precisam, com custos reduzidos e etapas simples de fabricação. Além disso, foi possível demonstrar através da pesquisa que, embora algumas pessoas com deficiência não consigam prototipar em decorrência de algumas limitações, elas não precisam estar privadas de tal conhecimento e têm o direito, caso assim desejem, de aprender sobre processos e ferramentas de prototipação, tornando-se protagonistas em seu processo de ensino e aprendizagem, como também na orientação e criação de seus próprios recursos de Tecnologia Assistiva.

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 fluidos e 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 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 cursistas.

Contudo, como já mencionado, acessibilidade é um processo contínuo e, mesmo que essa pesquisa tenha atingido os objetivos iniciais, ainda restam alguns pontos futuros a serem concretizados como: enviar o relatório de acessibilidade para o setor de EaD da reitoria do IFRS para implementar correções no Moodle; realizar um trabalho conjunto com os profissionais de Libras da instituição (professores e intérpretes) para produzir todo o conteúdo do curso em Libras; avaliar o curso com uma pessoa com deficiência intelectual e deficiência físico-motora para realizar alterações caso seja necessário; disponibilizar o curso para a comunidade do IFRS de modo a acompanhar os resultados com um número maior de estudantes e; por fim, sugerir a criação de um GT (Grupo de Trabalho) para o desenvolvimento de um modelo acessível a ser implantado no Moodle da Reitoria e nos campi do IFRS.

Por fim, é importante não esquecer que a inserção de estudantes com deficiência em espaços makers tornará pouco a pouco a cultura do “faça você mesmo” ou “mão na massa” mais acessível, inclusiva, e plural, trazendo, simultaneamente um sentimento de pertencimento, protagonismo e representatividade para as pessoas com deficiência, já que, nada deve ser fabricado ou projetado para elas, sem elas.

REFERÊNCIAS

- ALVARADO, Rodrigo García. et.al. **Emociones precisas: fabricación digital en la enseñanza de la arquitectura.** *Arquiteturarevista*, [S.l.], 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.
- ANDRADE, Marcos Vinícius Mendonça; SILVEIRA, Ismar Frango. **Panorama da Aplicação de Massive Open Online Course (MOOC) no Ensino Superior: Desafios e Possibilidades.** *EAD EM FOCO*, [S.l.], v. 6, n. 3, dez. 2016. Disponível em: <http://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/392>. Acesso em: 21 mar. 2019.
- ANDERSON, Terry. **MOOCs and open and distance learning.** Athabasca: Athabasca University, 2013. Paper. Disponível em: <http://www.ethicalforum.be/sites/default/files/MOOCsPromisePeril.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.
- BERETTA, Elisa Marangon. **Tecnologia assistiva: personalização em massa através do design e fabricação de assentos customizados para cadeiras de rodas.** Porto Alegre: UFRGS. Dissertação (Mestrado em Design), Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/36349>. Acesso em: 01 ago. 2019.
- BERNARDES, Adriana Oliveira. **Da integração à inclusão, novo paradigma.** Educação Pública: Biblioteca. Rio de Janeiro, 16 mar. 2010. Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/0252.html>. Acesso em: 18 maio 2019.
- BERSCH, Rita. **Introdução à Tecnologia Assistiva.** Porto Alegre, 2017. Disponível em: www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 15 jun. 2019.
- BIESEK, Vitória; MELLO, Kélen B. **Impressora 3D na criação de materiais pedagógicos de Matemática.** In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica. 6, 2017, Bento Gonçalves, **Anais.** Bento Gonçalves: IFRS, 2017. Disponível em: <https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao/SICT2017/paper/viewFile/2902/1226>. Acesso em: 06 ago. 2019.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução a Teoria e aos Métodos.** Portugal: Porto Editora, 2003.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, v.126, n. 191-A, p. 1-32, 05 out. 1988. Seção 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/douconstituicao88.pdf. Acesso em: 24 jun. 2019.

BRASIL. **Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, v.134, n. 248, p. 27833-41, 05 out. 1988. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=23/12/1996&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=289>. Acesso em: 02 maio 2019.

BRASIL. **Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Regulamenta a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, v.137, n. 243, p. 10-15, 21 dez. 1999. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=21/12/1999&jornal=1&pagina=66&totalArquivos=111>. Acesso em: 15 dez. 2018.

BRASIL. **Decreto n. 5.296, de 02 de dezembro de 2004**. Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 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.

BRASIL. **Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009**. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, v.146, n. 163, p. 3-9, 26 ago. 2009. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/08/2009&jornal=1&pagina=3&totalArquivos=104>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BRASIL. **Decreto n. 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. **Lei n. 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. **Lei n. 12.796, de 04 de abril de 2013**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, v.150, n. 65, p. 1-2, 05 abr. 2013. Seção 1.

Disponível em:

<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=05/04/2013&totalArquivos=120>. Acesso em: 12 jan. 2019.

BRASIL. **Lei n. 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. **Decreto n. 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 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. 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.

BRYMAN, Alan. **Quantity and Quality in Social Research**. 5. ed. London: Routledge, 1995.

BUTCHER, Nell. **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.

CAMPOS, Paulo Fonseca de; LOPES, Eduardo. **A fabricação Digital, aplicada à construção industrializada: Estado da Arte e perspectivas de desenvolvimento. Concreto e Construção**. v. 44, n. 85, p. 22-9, jan-mar. 2017. Disponível em: http://ibracon.org.br/site_revista/concreto_construcoes/pdfs/revista85.pdf. Acesso em: 29 ago. 2018.

CARLETTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal: um conceito para todos**. São Paulo: Maria Gabrielli, 2008. Disponível em: https://www.maragabrielli.com.br/wp-content/uploads/2016/01/universal_web-1.pdf. Acesso em: 18 nov. 2018.

CASAGRANDA, Kelin Luana. **Design colaborativo e o processo de desenvolvimento de dispositivos para reabilitação de membro superior**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. Dissertação (Mestrado em Design), Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/180623>. Acesso em: 13 ago. 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.

CENTRO TECNOLÓGICO DE ACESSIBILIDADE (CTA). **Repositório de Tecnologia Assistiva**. IFRS, 2019. Disponível em: <https://cta.ifrs.edu.br/repositorio-de-ta/>. Acesso em: 12 ago. 2019.

DALL AGNOL, Anderson; SONZA, Andréa; SALTON, Bruna. **Acessibilidade na Produção Editorial**. CTA: IFRS, 2017. Disponível em: <http://blog.aai.ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2017/07/Apresentac%CC%A7a%CC%83o-ENEDIF-2017.pdf>. Acesso: 15 jun. 2020.

CONSELHO NACIONAL DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA (CONADE). **Resolução nº 01 de 05 de março de 2020**. Brasília, DF: CONADE, 2020. Disponível em: http://www.ampid.org.br/v1/wp-content/uploads/2020/03/SEI_MDH-1100672-CONADE_-Resoluc%CC%A7a%CC%83o.pdf.pdf. Acesso em: 14 maio 2020.

COOK, Albert M.; HUSSEY, Susan Miller. **Assistive Technologies: Principles and Practices**. [e-book]. 3. ed. [s.l.]: Mosby, 2007.

COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS (CAT). **Ata da VII Reunião**. Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República. 13-14 dez. 2007. p. 1-4. Disponível em: http://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_de_Ajudas_T%C3%A9cnicas.pdf. Acesso em: 13 jul. 2019.

COSTA-NETO, Waldo Luis. et al. **Tecnologias de Fabricação Digital para o Desenvolvimento de Artefatos Responsivos**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL. 19, 2015, Florianópolis. **Anais**. São Paulo: Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 3, p. 65-9, nov. 2015. Disponível em: http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2015_3.11.pdf. Acesso em: 29 mar. 2019.

CUTTER CNC. **Artesanato e Brinquedos Educativos**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.cuttercnc.com/artesanatoebrinquedos>. Acesso em: 07 ago. 2019.

DINIZ, Debora. **O que é deficiência**. São Paulo: Brasiliense, 2007. 89 p. (Coleção Primeiros Passos, 324).

DISABILITIES, OPPORTUNITIES, INTERNETWORKING, AND TECHNOLOGY (DO-IT). **Making a Makerspace?** Guidelines for Accessibility and Universal Design. Disponível em: <https://www.washington.edu/doit/making-makerspace-guidelines-accessibility-and-universal-design>. Acesso em: 18 maio 2020.

DOUGHERTY, Dale. **Free to Make:** how the maker movement is changing our schools, our jobs and our minds. [e-book]. Berkley: North Atlantic Books, 2016.

DUARTE, Rosália. **Entrevistas em pesquisas qualitativas. Educar em Revista**, Curitiba, n. 24, p. 213-225, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.357>. Acesso em: 10 maio 2020.

EMPOWERING USERS THROUGH ASSISTIVE TECHNOLOGY. **Educação em tecnologias de apoio para utilizadores finais:** linhas de orientação para formadores. Milão: Eustat, 1999. Disponível em: <http://www.siva.it/ftp/eustgupt.zip>. Acesso em: 15 jul. 2019.

ENGRAVER SOLUTION PROVIDER. **Máquinas de CNC:** operação e funcionalidades. São Paulo: Engraver Soluton Povider, 2014. Disponível em: <https://engraver.com.br/maquinas-de-cnc-operacao-e-funcionalidades/>. Acesso em: 28 ago. 2018.

EUROPEAN ASSISTIVE TECHNOLOGY INFORMATION NETWORK [EASTIN]. **Rede de informação europeia sobre tecnologia para deficiência e autonomia.** 2005. Disponível em: <https://goo.gl/V6iJdZ>. Acesso em: 15 ago. 2019.

ESTADO DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. Fundação Catarinense de Educação Especial. **Catálogo de Materiais Pedagógicos Adaptados da Fundação Catarinense de Educação Especial.** São José, SC: FCEE, 2009. Disponível em: http://www.fcee.sc.gov.br/images/stories/os-90037_-_materiais_pedagogicos_adaptados.pdf. Acesso em: 11 jun. 2019.

FAB FOUNDATION. **Fab labs.** 2019. Disponível em: <https://fabfoundation.fablabbcn.org/index.php/fab-labs/index.html>. Acesso em: 10 ago. 2019.

FILIPPO, Denise; ROQUE, Gianna; PEDROSA, Stella. **Pesquisa-ação: possibilidades para a Informática Educativa.** In: PIMENTEL, Mariano; SANTOS, Ednéa Oliveira dos; PIMENTEL, Edson. (org.) **Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação:** Abordagem Qualitativa de Pesquisa. Porto Alegre: SBC, 2019. Disponível em: <http://metodologia.ceie-br.org/livro-3/>. Acesso em: 18 set. 2019.

FONSECA, João. José. Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019.

GALVÃO FILHO, Teófilo. **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.

GARCIA, Jesus Carlos Delgado (org.). **O Livro Branco da Tecnologia Assistiva**, São Paulo: ITS BRASIL, 2017. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/12/Livro-Branco-Tecnologia-Assistiva.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

GERHARD, Tatiana Engel; RAMOS, Ieda Cristina Alves; RIQUINHO, Deise Lisboa; SANTOS, Daniel Labernarde. **Estrutura do Projeto de Pesquisa**. In: **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

GERSHENFIELD, Neil. **When Things Start to Think**. Massachusetts: Holt Paperbacks, 2000.

GERSHENFIELD, Neil. **Fab: The Coming Revolution on Your Desktop: from Personal Computers to Personal Fabrication**. Massachusetts: Basic Books, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HAMMOND, Michael.; WELLINGTON, Jerry. **Research Methods: The Key Concepts**. London: Routledge, 2013.

HAVEN, Shelley. **Assistive Technology Assessment: Finding the Right Tools**. 2008. Disponível em: <http://techpotential.net/assessment>. Acesso em: 19 maio 2020.

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

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Política de Ações Afirmativas do IFRS**. Bento Gonçalves: IFRS, 2014. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2017/09/resolucao-22-14.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2019.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Projeto do Centro de Referência em tecnologia Assistiva do IFRS**. Bento Gonçalves: IFRS, 2017. [no prelo].

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Edital IFRS n. 66/2018**. Seleção de participantes para o I Desafio Criativo do IFRS “Criatividade no desenvolvimento de recursos de Tecnologia Assistiva”. Bento Gonçalves: IFRS, 2018. Disponível em: https://ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2018/10/Edital_I_Desafio_Criativo_2018_PDF.pdf. Acesso em: 01 ago. 2019.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Instrução Normativa n. 03/2018**. Estabelece orientações para a oferta de cursos de extensão, presencial ou a distância, pelo IFRS e revoga a Instrução Normativa PROEX/IFRS nº 03/2017. Bento Gonçalves: IFRS, 2018. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2018/05/IN-03-2018-Orienta%C3%A7%C3%B5es-para-a-oferta-de-cursos-de-extens%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Educação a distância: Cursos**. Bento Gonçalves: IFRS, 2019. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/ensino/ead/coursead/>. Acesso em: 10 ago. 2019.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). **Instrução Normativa n. 01/2020**. Dispõe sobre a organização técnica e pedagógica dos cursos abertos online e massivos. Bento Gonçalves: IFRS, 2020. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2020/01/IN-MOOCs.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

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

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Cultura Maker e Acessibilidade andam juntas**. 23 out. 2018. São Paulo: ITS BRASIL, 2018. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br/2018/10/23/cultura-maker-e-acessibilidade/>. Acesso em: 14 ago. 2019.

ITS BRASIL; MICROSOFT EDUCAÇÃO. **Cartilha de Tecnologia Assistiva nas escolas: recursos básicos de acessibilidade sócio-digital para pessoas com deficiência**. São Paulo: ITS Brasil e Microsoft Educação, 2008. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/85fd89_a9baa902e9c94ce5b8b19e4072baf46a.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.

INTROÍNI, Gisele Orlandi. **Criação de ferramentas pedagógicas que promovem a acessibilidade em Biologia Celular e Tecidual recorrendo a softwares de modelagem e impressão 3D**. Porto Alegre: UFCSPA, 2019. Projeto de Pesquisa. Disponível em: <https://www.ufcspa.edu.br/index.php/programas-e-projetos/4911-criacao-de-ferramentas-pedagogicas-que-promovem-a-acessibilidade-em-biologia-celular-e-tecidual-recorrendo-a-softwares-de-modelagem-e-impressao-3d>. Acesso em: 12 ago. 2019.

ISO. **ISO 9999:2016**. Assistive products for persons with disability: classification and terminology. Disponível em: <https://www.sis.se/api/document/preview/920988/>. Acesso em: 23 jul. 2019.

MAKERS. **O movimento maker na educação: Como trazer os benefícios da nova cultura “faça você mesmo” para dentro da sala de aula**. [s.l.]: MAKERS, 2015. [e-book]. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B9xt2kyaAlacQTZSOUluR2o5UIE/view>. Acesso em: 10 ago. 2019.

MARTINEZ, Sylvia. Libow; STAGER, Garry. **Invent to Learn: Making, Thinkering and Engineering in the Classroom**. Torrance: CMK Press, 2013. [e-book].

MERCOPAR. **Mercopar terá espaço dedicado à tecnologia assistiva e robótica**. Caxias do Sul, 29 set. 2015. Disponível em: <https://mercopar.com.br/mercopar-tera-espaco-dedicado-a-tecnologia-assistiva-e-robotica/>. Acesso em: 29 jul. 2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **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.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Direito à educação: subsídios para a gestão dos sistemas educacionais. Orientações gerais e marcos legais**. Brasília: MEC/SEESP, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/direitoaeducacao.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MYMINIFACTORY. **Assistive Technology**. 2019. Disponível em: <https://www.myminifactory.com/search/?query=ASSISTIVE+TECHNOLOGY>. Acesso em: 01 ago. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, 1948. Disponível em: https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR_Translations/por.pdf. Acesso em: 18 jun. 2019

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Convenção Sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: Protocolo facultativo à convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**. [Tradução oficial]. Brasília: ONU, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=424-cartilha-c&category_slug=documentos-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 10 maio 2019.

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

PERES, André. et al. Redes Sociais e Fabricação Digital na Construção de Objetos para Apoio a Atividades Educacionais. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 4., 2015, Alagoas. **Anais**. Alagoas: CBIE, 2015, p. 898-907. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Evandro_Manara_Miletto/publication/283352097_Red_Sociais_e_Fabricacao_Digital_na_Construcao_de_Objetos_para_Apoio_a_Atividades_Educacionais/links/56369c7508ae88cf81bd1364.pdf. Acesso em: 01 ago. 2019.

PERES, André. et al. **IFRS Creative Challenge: Making Low-Cost Assistive Technology**. In: **International Symposium on Academic Makerspaces**. New Haven: Yale Universtiy, 2019.

PIMENTEL, Marcos B. C. et al. A certificação compulsória de cadeiras de rodas. In: Simpósio Internacional de Tecnologia Assistiva do CNRTA, 2014, Campinas. **Reflexões sobre Tecnologia Assistiva**. Campinas: CNRTA-CTI Renato Archer, 2014. p. 41-3. Disponível em: http://nedeta.com.br/gallery/cnrta_livro_de_tecnologia_assistiva.pdf#page=39. Acesso em: 03 nov. 2018.

PINZETTA, Priscila; FROSCH, Renato. **Produção maker de material pedagógico com impressora 3D para pessoas com deficiência visual**. In: **Práticas Inclusivas: saberes, estratégias e recursos didáticos**. Campos dos Goytacazes RJ, Multicultural 2019. Disponível em: https://www.livrariadafisica.com.br/detalhe_produto.aspx?id=147412&titulo=Pr%C3%A1ticas+Inclusivas+Saberes,+estrat%C3%A9gias+e+recursos+did%C3%A1ticos. Acesso em: 20 maio 2020.

POALAB. **Equipamentos**. Porto Alegre: IFRS, 2019. Disponível em: <https://www.poalab.net.br>. Acesso em: 03 jul. 2019.

POLASTRINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de uma máquina CNC de baixo custo**. 2016. 101 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica), Instituto Federal Minas Gerais, Formiga, MG, 2016. Disponível em: https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2017/PublicacoesTCCsBiblioteca/EE/TC_C_FINAL_FERNANDOPOLASTRINI_2016_EE-.pdf. Acesso em: 10 ago. 2019.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. **Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação**. Congresso sobre Tecnologias na Educação. 3. **Tecnologia na Educação**, Edição temática VIII, n. 10, v. 26, 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

SANTOS, Samuel Fernandes dos. et al. **Oficinas de cocriação, experimentação e legitimação de Tecnologia Assistiva**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 6, 2017, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: IFRS, 2017. Disponível em: <https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao/SICT2017/paper/viewFile/2701/1187>. Acesso em: 22 jul. 2019.

SALTON, Bruna Poletto; DALL AGNOL, Anderson; TURCATTI, Alissa. **Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais**. Bento Gonçalves, RS: 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. 2018.

SARTORETTO, Maria L.; BERSCH, Rita. **O que é Tecnologia Assistiva**. Assistiva Tecnologia e Educação, 2019. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html#topo>. Acesso em: 13 ago. 2019.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. Reação**, São Paulo, v. 12, p. 10-16, mar.-abr. 2009. Disponível em: https://acessibilidade.ufg.br/up/211/o/SASSAKI_-_Acessibilidade.pdf?1473203319. Acesso em: 28 nov. 2018.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: Construindo Uma Sociedade Para Todos**. 8. ed. Rio de Janeiro: WVA, 2010.

SENA, Carla Cristina R. Gimenes de; CARMO, Waldirene Ribeiro do. **Cartografia Tátil: o papel das tecnologias na Educação Inclusiva**. In: **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 99, p.102-123, 2018. Disponível em: <https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/1470/1342>. Acesso em: 10 ago. 2018.

SILVA, Fabio Pinto da. **Usinagem de espumas de poliuretano e digitalização tridimensional para fabricação de assentos personalizados para pessoas com deficiência**. Porto Alegre: UFRGS, 2011. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/36040>. Acesso em: 08 ago. 2019.

SILVA, Jorge Vicente Lopes da; MAIA, Izaque Alves. **Desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva utilizando impressão 3D**. In: **Reflexões sobre a Tecnologia Assistiva**. Campinas, SP: CNRTA-CTI, 2014. Disponível em: https://www.cti.gov.br/sites/default/files/images/cnrta_livro_150715_digital_final_segunda_versao.pdf. Acesso em: 07 jun. 2019.

SONZA, Andrea Poletto (org.). 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.

SONZA, Andréa Poletto. et al. A Tecnologia Assistiva e sua aplicabilidade no contexto educacional: proposta de estratégias e metodologia para uso análise e desenvolvimento de recursos. In: **AFIRMAR: a inclusão e as diversidades no IFRS: ações e reflexões**". Bento Gonçalves: IFRS, 2020a. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1eTHcEJm7oykouKkg5-GFBKATAIEUWXp1/view>. Acesso em: 10 jun. 2020.

SONZA, Andréa Poletto. et al. A Tecnologia Assistiva e sua aplicabilidade no contexto educacional: Exemplos. In: **AFIRMAR: a inclusão e as diversidades no IFRS: ações e reflexões**". Bento Gonçalves: IFRS, 2020b. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1eTHcEJm7oykouKkg5-GFBKATAIEUWXp1/view>. Acesso em: 10 jun. 2020.

THINGIVERSE. **Assistive Technology**. 2019. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/search?q=assistive+technology&dwh=725d54155791790>. Acesso em: 01 ago. 2019.

UNESCO. **Declaração de Salamanca**. Dispõe sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Salamanca: UNESCO, 1994. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

UNISINOS. **Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos:**

Artigo, Projeto, Relatório, Trabalho de Conclusão de Curso, Dissertação e Tese. São Leopoldo: Unisinos, 2020. Disponível em:

http://www.unisinos.br/biblioteca/images/abnt/2020-1/MANUAL_ABNT_BIBLIOTECA_JANEIRO_2020-1.pdf. Acesso em: 25 jun. 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Curso Tecnologia Assistiva, Projetos e Acessibilidade Promovendo a Inclusão Escolar**. São Paulo: UNESP, 2019.

Disponível em: <https://unespaberta.ead.unesp.br/index.php/cursos/item/320-tapapie>. Acesso em: 01 ago. 2019.

UNITED STATES OF AMERICA. **Public Law n. 108-364**. To amend the Assistive Technology Act of 1998 to support programs of grants to States to address the assistive technology needs of individuals with disabilities, and for other purposes. Congressional Record, Washington, DC, p. 1707-37, 25 out. 2004. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-118/pdf/STATUTE-118-Pg1707.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

VAN AMSTEL, Frederick. **Usabilidade na Acessibilidade**. 2003. Disponível em: http://www.usabilidoido.com.br/usabilidade_na_acessibilidade.html. Acesso em: 01 dez. 2018.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2006.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **Obras Escogidas: Fundamentos da Defectologia**. v. 5. Madrid: Visor, 1997.

YUAN, Li; POWELL, Sthepen. **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.

W3C BRASIL. **Cartilha de Acessibilidade na Web: Fascículo I**. W3C Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-i.html>. Acesso em: 12 nov. 2018.

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

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

APÊNDICE I – ENTREVISTA PARA TESTES DE ACESSIBILIDADE

Entrevista para testes de acessibilidade com pessoas com deficiência e especialistas em acessibilidade digital no curso MOOC “Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação”.

ROTEIRO - ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA
Parte I - Explicações sobre a pesquisa
<p>Você está sendo convidado a participar da pesquisa de mestrado intitulada “Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva De Baixo Custo na educação: MOOC um caminho para a democratização do movimento maker por e para as pessoas com deficiência”.</p> <p>Esta pesquisa está sendo desenvolvida junto ao programa de pós-graduação em Informática na Educação do IFRS Campus Porto Alegre e tem como objetivo geral desenvolver um curso MOOC, sobre fabricação digital, destinado às pessoas com deficiência e profissionais da educação inclusiva (AEE), que leve em consideração princípios do desenho universal e acessibilidade digital, de modo que, ao final do curso, o público-alvo consiga visualizar possibilidades para a fabricação de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação.</p> <p>Você está participando da penúltima etapa da pesquisa que corresponde a avaliação manual de acessibilidade do curso proposto, de maneira a validar se esse produto não apresenta barreiras de acesso aos futuros cursistas.</p> <p>Nessa etapa, você irá navegar por algumas páginas do curso e conforme navega, será entrevistado sobre as funcionalidades e informações contidas em cada página. Caso encontre problemas de acesso eles podem ser relatados para que o pesquisador possa documentá-los e realizar melhorias na versão final do curso.</p> <p>Agradeço pelas suas contribuições e asseguro que nenhuma informação pessoal será divulgada, mantendo sua identidade em total sigilo.</p> <p>Entrega dos termos de consentimento livre e esclarecido.</p>
Parte II - Dados do entrevistado
<ul style="list-style-type: none"> ● Qual sua idade? ● Qual seu nível de escolaridade? ● Você utiliza ou já utilizou a plataforma Moodle? Se sim, quando? ● Você possui alguma deficiência ou especificidade? Se sim, qual? ● Você utiliza ou conhece recursos de Tecnologia Assistiva? ● Você enfrenta ou conhece as barreiras/dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência no meio digital? ● O que você considera que poderia ser feito para diminuir ou eliminar essas barreiras no meio digital?
Parte III - Testes nas páginas selecionadas - 08 páginas
<ul style="list-style-type: none"> ● Página 1 - Cadastro no Moodle - https://moodle.ifrs.edu.br/login/signup.php? <ul style="list-style-type: none"> ○ Você consegue navegar pelo formulário? ○ Você consegue entender quais campos são de preenchimento obrigatório? ○ Você consegue compreender quais informações estão sendo solicitadas em cada campo?

- É possível identificar e compreender mensagens de erro no preenchimento incorreto de campos?
 - Você conseguiu enviar o formulário e finalizar o cadastro?
 - Outras observações
- **Página 2 - Sala virtual** - <https://moodle.ifrs.edu.br/course/view.php?id=1519>
 - Você consegue navegar pela sala virtual?
 - Ao navegar você consegue compreender a organização (estrutura) dos conteúdos em unidades?
 - Os conteúdos (título das unidades, links, atividades) estão bem descritos?
 - Outras observações
- **Página 3 - O que é movimento maker e fabricação digital** - <https://moodle.ifrs.edu.br/mod/page/view.php?id=75491>
 - Você consegue navegar pela página?
 - Os títulos e conteúdos são organizados?
 - O texto está compreensível?
 - No caso do vídeo, você conseguiu entender o conteúdo?
 - No caso do vídeo, os botões de controle (reproduzir, pausar, volume, etc) são fáceis de utilizar?
 - Outras observações
- **Página 4 - Impressoras 3D** - <https://moodle.ifrs.edu.br/mod/page/view.php?id=75543>
 - Você consegue navegar pela página?
 - Os títulos e conteúdos são organizados?
 - O texto está compreensível?
 - As imagens estão compreensíveis (visualmente, legendas, descrição)
 - A descrição dos links é informativa?
 - Outras observações
- **Página 5 - Exemplos de recursos de TA na educação** - <https://moodle.ifrs.edu.br/mod/page/view.php?id=75693>
 - Você consegue navegar pela página?
 - Os títulos e conteúdos são organizados?
 - O texto está compreensível?
 - A descrição dos links é informativa?
 - As imagens estão compreensíveis (visualmente, legendas, descrição).
 - Outras observações
- **Página 6 - Busca de soluções em TA** - <https://moodle.ifrs.edu.br/mod/page/view.php?id=75718>
 - Você consegue navegar pela página?
 - Os títulos e conteúdos são organizados?
 - O texto está compreensível?
 - A descrição dos links é informativa?
 - As imagens estão compreensíveis (visualmente, legendas, descrição).
 - Outras observações
- **Página 7 - O Projeto CRTA do IFRS** - <https://moodle.ifrs.edu.br/mod/page/view.php?id=76101>
 - Você consegue navegar pela página?
 - Os títulos e conteúdos são organizados?
 - O texto está compreensível?
 - A descrição dos links é informativa?
 - No caso do vídeo, você conseguiu entender o conteúdo?
 - No caso do vídeo, os botões de controle (reproduzir, pausar, volume, etc) são fáceis de utilizar?
 - Outras observações

- **Página 8 - Teste seus conhecimentos I** -
<https://moodle.ifrs.edu.br/mod/quiz/view.php?id=76347>
 - Você consegue acessar o questionário e ter acesso às questões?
 - Você consegue navegar pelas questões?
 - Você consegue compreender o conteúdo das questões?
 - Você conseguiu marcar as alternativas nas questões?
 - Você conseguiu enviar o questionário?
 - Você conseguiu acessar o feedback das atividades?
 - Outras observações

Parte IV - Perguntas finais

- Em geral, o que você achou da acessibilidade do curso? Tem mais sugestões?
- Você conseguiu compreender o conteúdo das páginas que foram testadas?
- Para você, este conteúdo é relevante?
- Mesmo testando algumas páginas, você se interessou em realizar o curso? Por que?

APÊNDICE II – RELATÓRIO DE ACESSIBILIDADE DO CURSO

Relatório de acessibilidade do curso MOOC “Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação”				
1. DADOS DA AVALIAÇÃO				
Número total de avaliadores	06			
Pessoas com deficiência	01 pessoas com deficiência visual (cegueira) 01 pessoa com deficiência visual (baixa visão) 01 pessoa com deficiência auditiva (surdo) 01 pessoa com TEA (leve)			
Especialistas em acessibilidade digital	02 pessoas			
Recursos de Tecnologia Assistiva utilizadas	Leitores de tela para Windows: Jaws e NVDA Leitor de tela para MacOS: Voice Over Amplificadores de Tela: Lupa do Windows, ampliação dos navegadores Google Chrome, Safari e Firefox (Ctrl+ e Ctrl-) Suite VLibras disponível no Moodle do IFRS			
Período da avaliação:	20/04/2020 a 01/06/2020			
2. ACESSO, CADASTRO E LOGIN				
Problema encontrado	Local da ocorrência	da	Solução implementada	Observações
Os ícones de “!” utilizados para sinalizar campos obrigatórios não são claros.	Formulário de cadastro	de no	Utilizar símbolos que façam sentido para informar campos obrigatórios, como por exemplo, o “*”.	Todas essas alterações serão repassadas para o setor de EaD da reitoria para que sejam verificadas possibilidades de alterações.
Alguns campos ao receberem foco não possuem o foco de teclado visualmente evidente.	Formulário de cadastro	de no	Inserir bordas mais fortes em volta do campo de formulário, links e botões quando eles receberem foco.	
Alguns campos não deixam clara qual informação está sendo solicitada.	Formulário de cadastro - campo “Situação no IFRS” e “Parceria”	de no	Descrever melhor o campo ou fornecer uma opção de ajuda	
Os campos pedem informações que são confusas para estudantes surdos, como por exemplo, “Senha”. A mensagem de erro não é clara o suficiente.	Formulário de cadastro	de no	Fornecer textos de ajuda mais claros e se possível oferecer o conteúdo em Libras.	

O formulário é um pouco confuso para usuários surdos. Pouca cor, pouco espaçamento entre o texto e poucos sinais visuais	Formulário de cadastro no Moodle	Melhorar o espaçamento entre as linhas, mudar a cor, oferecer mais sinais visuais.	
3. SALA VIRTUAL DO CURSO			
Problema encontrado	Local da ocorrência	Solução implementada	Observações
No vídeo de apresentação do curso é utilizada a palavra “Modulo”, enquanto no material é utilizado “Unidade”.	Sala Virtual - vídeo de apresentação do curso	Utilizar a palavra “Unidade” em todo curso.	Em processo de correção pelo pesquisador.
A descrição do link do vídeo está como “Apresentação do Curso” e ele abre em uma página do Youtube. Informar ao usuário de leitor de tela que é um vídeo.	Sala Virtual - vídeo de apresentação do curso	Descrever o link como “Vídeo de Apresentação do curso”.	Corrigido
A transcrição do vídeo abre em uma janela fora do Moodle.	Sala Virtual - vídeo de apresentação do curso	É preferível que a transcrição do vídeo abra em uma janela no Moodle.	Em processo de correção pelo pesquisador, Estudando alternativas.
O vídeo não possui legenda.	Sala Virtual - vídeo de apresentação do curso	Colocar uma legenda embutida para o vídeo.	Futuramente uma legenda será colocada no vídeo. No momento recomenda-se utilizar o recurso disponibilizado pelo Youtube.
O recurso de “Acompanhar seu progresso aparece em vermelho para atividades não realizadas e verde para concluídas. O uso de cor vermelha e verde pode dificultar o acesso por pessoas daltônicas.	Recurso “Acompanhe seu progresso”	Verificar a possibilidade de utilizar outras cores ou adotar ícones.	Esse é um padrão utilizado pela EaD, repassar a eles para análise
Ao entrar em uma página interna, houve dificuldade para retornar à sala virtual	Qualquer página interna do curso	Implementar nas páginas internas um link para “Voltar para a sala virtual”.	Já existe um link no caminho das páginas percorridas para retornar até a sala virtual. Essa sugestão será repassada para a Ead para implementação

Ao utilizar o menu do sistema (a esquerda) ele apresenta itens referentes ao curso e itens referentes ao Moodle, havendo uma separação visual pouco visível.	Sala virtual - menu do sistema a esquerda.	Melhorar visualmente a separação das opções do menu, deixando claro o que se refere ao curso e o que é relacionado com a plataforma	Repassar este item para o setor de EaD realizar a implementação.
4. MATERIAIS E CONTEÚDOS DO CURSO			
Problema encontrado	Local da ocorrência	Solução implementada	Observações
Os vídeos não possuem legenda	Todas as páginas testadas	Colocar uma legenda (embutida) para os vídeos	Futuramente uma legenda será incluída em cada vídeo. No momento recomenda-se utilizar a legenda disponibilizada pelo Youtube
A transcrição dos vídeos abre em uma janela fora do Moodle (documento Google).	Todas as páginas testadas	É preferível que a transcrição do vídeo abra em uma janela no Moodle.	Em processo de correção pelo pesquisador, Estudando alternativas.
Alguns links para os materiais utilizados foram colocados com o nome do autor e ano de publicação (Ex: Galvão Filho, 2009). Esse link não informa claramente seu destino.	Algumas páginas de conteúdo testadas	Inserir o título do material como link (Ex: Artigo: A Tecnologia Assistiva: de que se trata) ou inserir as referências ao final de cada material.	Em processo de correção.
Na página que descreve o questionário, a descrição e instruções sobre o método de avaliação” é pouco clara.	Página teste seus conhecimentos 1	Oferecer mais instruções sobre o tipo da atividade (Explicar que ela se trata de verdadeiro e falso)	Corrigido
O alt das imagens é “Três impressoras 3D”. Nesse caso é importante trazer mais informações sobre a imagem.	Página Impressoras 3D	Descrever melhor o conteúdo das imagens. (Ex: Três impressoras 3D no formato retangular. Duas delas são iguais com gabinete fechado. A terceira é menor e o gabinete é aberto”.	Corrigido
A descrição longa da imagem na verdade é uma descrição técnica sobre o equipamento. Além disso poderia ser colocado antes da imagem no contexto do conteúdo	Página Impressoras 3D	Inserir a descrição técnica no contexto da página como uma parte de conteúdo.	Em processo de correção

As imagens que explicam como funciona uma impressora 3D são lidas pelo leitor de tela antes do texto.	Página Impressoras 3D	Colocar por meio código as imagens após o texto.	Corrigido
No texto está escrito “será apresentada estratégias” não respeitando o plural.	Página Busca de soluções em TA	Substituir por “serão apresentadas estratégias”	Corrigido
5. OUTRAS OBSERVAÇÕES			
<p>Houve a compreensão dos vídeos, mas se possível, sugere-se aumentar o tamanho da janela em Libras melhorando a visualização.</p> <p>Alguns links nas páginas remetem a arquivos e materiais externos. Sugere-se verificar se todos esses conteúdos externos são acessíveis para leitores de tela.</p> <p>O conteúdo é todo apresentado em páginas web, verificar a possibilidade de fornecer conteúdos em formato PDF ou EPUB para baixar em dispositivos como tablets e smartphones.</p>			