

Leitor digital autônomo de baixo custo M-Reader: Tecnologia Assistiva como possibilidade de inclusão sociodigital dos sujeitos com deficiência visual

André L. A. Rezende¹, Cayo P. S. de Jesus², Amanda E. S. Nogueira³, Isis B. S. Pereira⁴, Aderaldo C. da S. Neto⁵, Gustavo J. da S. Costa⁶, Márcio V. S. Souza⁷

^{1,2,4,5,6,7}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano - Campus Catu). CEP: 48.110-000 – Catu – BA – Brasil

^{3,7}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano - Reitoria) CEP: 41.720-052 – Salvador – BA – Brasil

{andre.rezende, cayo.santana, amanda.nogueira}@ifbaiano.edu.br,
isisbeatrizsp2010@hotmail.com, aderaldo.catarino@gmail.com, gustavojesus
365@outlook.com, marushio.bic@gmail.com

Abstract. *Considering the advances of societies, in particular the use of Digital Information and Communication Technology (TDIC) and the large portion of digitally excluded people, especially the visually impaired, this article addresses the project that intends to develop a proposal for an autonomous digital reader for people with visual impairments that allows reading content available in analogue or printed format: M-Reader. The methodology is based on the Applied Collaborative Methodology and on the PDCA and PDSII methods. Still in the development phase, the research has as preliminary results the production of hardware and software, based on the participants' proposals and awaits the final phases for completion.*

Resumo. *Considerando os avanços das sociedades, em particular pelo uso das Tecnologia Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e a grande parcela de excluídos digitais, especialmente dos deficientes visuais, este artigo aborda o projeto que pretende desenvolver uma proposta de um leitor digital autônomo para pessoas com deficiência visual que permita a leitura de conteúdos disponibilizados em formato analógico ou impresso: M-Reader. A metodologia fundamenta-se na Metodologia Colaborativa Aplicada e nos métodos PDCA e PDSII. Ainda em fase de desenvolvimento, a pesquisa tem como resultados preliminares a produção do hardware e software, com base nas proposições dos participantes e aguarda as fases finais para conclusão.*

1. Introdução

As diferentes sociedades, independente do nível de desenvolvimento, têm passado por um processo de constante evolução e as Tecnologia Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) atuam como um dos principais vetores de transformação na contemporaneidade. Diante dessa evolução/revolução que permeia a humanidade, cabe destacar que ainda temos indivíduos que caminham totalmente à margem de suas potencialidades. Os excluídos digitais, encontram-se nesta condição em virtude de fatores econômicos e/ou pela ausência de políticas públicas que possibilitem o acesso a infraestrutura tecnológica considerada como básica, neste trabalho, entendidas como os dispositivos computacionais e a conectividade às redes de alta velocidade. Um fator adjacente é a exclusão pela limitação do acesso ou da finalidade, quando, por exemplo, temos instituições, como as escolas que possuem computadores e laboratórios de informática, entretanto limitam sua utilização pelo acesso controlado, pelo uso contingente ou limitado a classes descontextualizadas.

Diante dessa concepção instrumental, defendemos que o processo de inclusão digital avance para além dessa perspectiva, referindo-se a possibilidade de apropriação do “fazer tecnológico” pelos sujeitos que, por meio do arcabouço instrumental referenciado anteriormente, exercite sua criatividade na resolução de problemas em contextos diversos. Essa concepção é um contraponto ao *modus operandi* arraigado na maioria das instituições brasileiras de ensino, públicas e/ou privadas, onde a existência de um laboratório de informática torna-se sinônimo da inclusão digital nos moldes da educação bancária trazida por Freire (2005).

A situação destes excluídos digitais é ainda mais precária quando adentramos no universo das pessoas com algum tipo de limitação, em particular os deficientes visuais (cegos ou baixa visão). A dificuldade de acesso às informações divulgadas em formato digital, conectados ou não à rede mundial de computadores é uma realidade para os deficientes visuais. Este cenário se acentua quando estes sujeitos estão no ambiente escolar, devido a uma combinação de inúmeros fatores, como por exemplo: a falta de capacitação do corpo docente e técnico-pedagógico, a ausência de infraestrutura didático-pedagógicas e físicas preparadas à sua realidade e a escassez de produtos e/ou serviços assistivos para o Atendimento Educacional Especializado (AEE).

No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Catu, lócus da pesquisa, embora conte com infraestrutura e pessoal qualificado, percebemos que ainda assim há estudantes com deficiência visual, que se enquadra no perfil ora delineado, a saber: deficientes visuais que são excluídos digitais e sem acesso a infraestrutura tecnológica básica, utilizando os laboratórios da escola com dificuldades por falta da adequação necessária e personalizada e sem poder portar seu próprio equipamento com vistas à utilização em espaços e circunstâncias diversas.

Diante do contexto apresentado, surgiram os seguintes questionamentos: **como desenvolver uma tecnologia assistiva de baixo custo que possibilite a interação do deficiente visual com conteúdos disponibilizados no formato analógico/impresso? Como possibilitar ao deficiente visual minimizar e/ou superar as barreiras comunicacionais, em particular nos materiais de formato analógico/impresso no processo de aprendizagem?**

Na busca por essas respostas, está em desenvolvimento um projeto de pesquisa,

que visa criar uma plataforma denominada M-Reader, uma Tecnologia Assistiva (TA) de baixo custo, composta por um *hardware* e um *software*, que pode auxiliar na autonomia dos deficientes visuais durante seu processo de aprendizagem.

A conjuntura identificada tanto na perspectiva macro como micro, subsidiaram o desenvolvimento deste projeto que visa auxiliar os deficientes visuais a suplantar as barreiras encontradas nos ambientes escolares, em particular nas questões relacionadas à acessibilidade do material impresso, no Campus Catu.

A próxima seção deste artigo apresenta as bases teóricas que alicerçam este trabalho, em seguida será abordado a relevância das TA para a educação das pessoas com deficiência visual. A seção 4 apresenta a solução proposta por este trabalho. A seção 5 revela a metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto e por fim as considerações parciais.

2. Bases Teóricas

2.1. A deficiência visual

Existem diversas definições e conseqüentemente diversas classificações para deficiência visual, uma vez que esta pode ser congênita ou adquirida. Para a Organização Mundial da Saúde - OMS (do inglês, *World Health Organization* - WHO) a deficiência visual “ocorre quando uma doença ocular afeta o sistema visual e uma ou mais funções visuais” (OMS, 2021, p. 10). O Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), estabelece e classifica a deficiência visual em: a) cegueira: ocorre quando a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; b) baixa visão: a acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60 graus; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.

Existem diversos tipos de baixa visão, dentre os quais destacamos (LAVORATO, 2018): redução da visão central; diminuição da visão periférica (visão tubular); perda da visão das cores; incapacidade ou perda da aptidão do olho para se ajustar à luz, contraste, ou brilho, dentre outros. Isso significa que a depender do tipo de baixa visão, há uma ou mais conseqüências para o deficiente visual. Dentre essas, destacam-se (LAVORATO, 2018, p. 41): “a) Percepção Turva: os contrastes são poucos perceptíveis, as distâncias são de difícil mensuração, existe uma má percepção do relevo, as cores são atenuadas; b) Visão Periférica: maior dificuldade para distinguir objetos, símbolos ou caracteres pequenos, distantes e em baixo contraste com o ambiente; c) Visão Tubular ou central: pode ter acuidade visual normal na região central da retina; a visão noturna é reduzida; apresenta limitação na orientação espacial e nas atividades de autonomia”.

Uma outra definição para deficiência visual é apresentada pela Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde – CIF (do inglês, *International Classification of Functioning, Disability and Health* - ICF), desenvolvida pela OMS, pertencente às suas classificações internacionais para aplicação em vários aspectos da saúde. A aplicação desse modelo propicia a elaboração de uma base científica para a compreensão e o estudo da saúde, dos estados relacionados com a saúde, dos resultados e dos determinantes.

Destarte, o mesmo passa a funcionar como um mecanismo investigativo, no qual é possível medir resultados, a qualidade de vida ou os fatores ambientais. Para tal, a CIF leva em consideração as adversidades enfrentadas pelo deficiente visual na sua capacidade, ou seja, o que esse indivíduo consegue fazer, considerando o estado das funções e estruturas de seu corpo. Outro ponto avaliado é o desempenho, isto é, a interação do sujeito com o ambiente, quais são os fatores que melhoram ou pioram a execução de uma determinada atividade. Esse contexto é analisado pela CIF, o qual pode ter resultados completamente divergentes para cada pessoa, uma vez que leva-se em consideração as influências dos fatores ambientais e pessoais (WHO, 2018).

Estudos (BOURNE et al. 2017) demonstram uma estimativa de 36 milhões da população mundial é cega e 216,6 milhões de pessoas possuem visão subnormal. No Brasil, de acordo com o censo¹ realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), existem 45.623.910 (23,9%) milhões de pessoas que possuem algum nível de dificuldade em ao menos uma das seguintes habilidades investigadas: enxergar, ouvir, caminhar, subir degraus ou possuir deficiência mental/intelectual (IBGE, 2012). Contudo, houve uma releitura desses dados em 2018 pelo IBGE, o qual procurou adaptá-los a CIF, em tempo que atendesse a concepção da Convenção de Direitos da Pessoa com Deficiência, aprovada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 13 de dezembro de 2006, promulgado pelo Brasil em 25 de agosto de 2009, através do Decreto n. 6.949.

Desse modo, houve uma tentativa de se adequar os dados com intuito de atender a padronização adotada pelo grupo de Washington para Estatísticas sobre Pessoas com Deficiência (do inglês, *Washington Group on Disability Statistics – WG*). O WG tem como objetivo assegurar a harmonia entre as estatísticas de diferentes países ao tempo que promove a cooperação internacional no âmbito das estatísticas de pessoas com deficiência.

Assim, conforme a releitura dos dados do censo, o Brasil passou a ter 12.748.663 pessoas, ou 6,7%, com as dificuldades apresentadas anteriormente, em um universo de 190.755.048 recenseadas. O maior impacto da reclassificação, foi no percentual de pessoas com deficiência visual que conforme o novo critério é de 3,4%. A mudança nos novos critérios utilizados foi a adoção de um novo formato para identificar a pessoa com deficiência no conjunto de questões que passou de “considerando pessoa com deficiência os indivíduos que responderam ter pelo menos **alguma dificuldade** em uma ou mais questões” para “considerando pessoa com deficiência os indivíduos que responderam ter pelo menos **muita dificuldade** em uma ou mais questões” (IBGE, 2018, grifo nosso).

2.2. Tecnologia Assistiva

Dando prosseguimento a apresentação das bases teóricas que fundamentam esse trabalho, traremos alguns autores para sustentar o lastro conceitual em relação às TA. Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), 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

¹ A última atualização dos dados é de 2010, pois o IBGE somente realiza o Censo Demográfico a cada dez anos.

sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (BRASIL, 2006).

Para Lavorato (2018, p. 49), a TA “identifica recursos que contribuam para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência, de forma a possibilitar-lhes autonomia no desempenho de atividades da vida diária”. De acordo com Domingues (2020, p. 29), a TA “engloba toda uma gama de metodologias, serviços e atividades, dentre as quais podemos destacar a mediação no uso destes recursos”. Os autores trazidos apresentam a TA como um conceito amplo e reforçam que a sua utilização pode desenvolver habilidades em pessoas com deficiência possibilitando assim a superação das barreiras as quais enfrentam em seu cotidiano.

A TA possui uma dupla diferença caracterizadora, uma relacionada a produto de apoio, abordada por este trabalho. E a outra está relacionada a produtos da tecnologia médica que “são equipamentos e utensílios utilizados pelos profissionais da saúde para realização de seus trabalhos” (GARCÍA e IST BRASIL, 2017, pg. 35). A TA enquanto produto de apoio “considera uma verdadeira extensão e complementação da própria corporeidade e do próprio ser da pessoa com deficiência, que através deles pode se expressar, se comunicar, se movimentar, realizar atividades da vida diária, e enfim, realizar como pessoa no meio social e político” (GARCÍA e IST BRASIL, 2017, pg. 36). Ademais, García e IST BRASIL (2017, pg. 140) classificam a TA para a Educação e o Trabalho como “equipamentos, produtos e tecnologia (incluindo dispositivos, instrumentos e *software*) especialmente produzidos ou disponíveis no mercado visando a compensar, neutralizar ou facilitar a superação das barreiras encontradas pelas pessoas na realização das atividades de ensino e de aprendizagem, pesquisa e extensão, como também na esfera do trabalho”.

Sendo assim, o acesso às TA, torna-se condição *sine qua non* para o fazer diário da pessoa com deficiência, independentemente do nível de limitação. Em se tratando do contexto escolar, a afirmação anterior também é verdadeira, pois a ausência desses recursos em sala de aula, limita ou impossibilita, a autonomia e o desenvolvimento cognitivo. Melhor dizendo, em uma sociedade preparada exclusivamente para os ditos “normais”, às TA são um meio para suplantar as questões relacionadas a acessibilidade, neste artigo, compreendida como a:

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).

As barreiras de acessibilidade são classificadas como:

- a) barreiras urbanísticas: as existentes nas vias e nos espaços públicos e privados abertos ao público ou de uso coletivo;
- b) barreiras arquitetônicas: as existentes nos edifícios públicos e privados;
- c) barreiras nos transportes: as existentes nos sistemas e meios de transportes;
- d) 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;

- e) barreiras atitudinais: atitudes ou comportamentos que impeçam ou prejudiquem a participação social da pessoa com deficiência em igualdade de condições e oportunidades com as demais pessoas;
- f) barreiras tecnológicas: as que dificultam ou impedem o acesso da pessoa com deficiência às tecnologias (BRASIL, 2015);

Cabe ressaltar, que apesar da classificação apresentada, no contexto desta pesquisa, abordaremos exclusivamente as barreiras na comunicação e informação, pois a plataforma M-Reader, objeto central deste artigo, se propõe a minimizar limitações dessa natureza, aqui representada pelos problemas de acesso a conteúdos disponibilizados no formato impresso.

A próxima seção contextualiza a importância das TA para o desenvolvimento educacional do deficiente visual no contexto da pesquisa.

3. M-Reader: entre *bytes* e *bits*

O M-Reader é um produto educacional que intenciona possibilitar ao deficiente visual superar as barreiras comunicacionais existentes no processo de aprendizagem, em específico na lida com material no formato impresso. O protótipo desenvolvido é uma plataforma composta por *hardware* e *software*. O *hardware* do M-Reader possui quatro componentes básicos, a saber: um computador de placa única, uma câmera digital, um teclado e um fone de ouvido.

A figura 1, apresenta o *hardware* do M-Reader. O elemento indicado pela letra A é um computador de placa única. A escolha desse equipamento deu-se pelos seguintes fatores: mobilidade; poder computacional; conector de áudio garantindo a utilização do fone de ouvido; conectores USB garantindo conectar outros periféricos, a exemplo do teclado; conectividade à Internet por meio de redes sem fio ou cabeada e, por fim baixo custo. O modelo configurado no protótipo do M-Reader foi o *Raspberry Pi²* - Versão 4 (Modelo B) com 8GB de memória RAM e 128GB de memória de armazenamento. O sistema operacional utilizado é o *Raspberry Pi OS³* e o programa leitor de tela é o *Orca⁴*, ambos gratuitos⁵.

O elemento indicado pela letra B é uma câmera de alta resolução, responsável por capturar as fotografias do material impresso, a exemplo de páginas de livros, módulos e cadernos. Essa câmera é fixada em um suporte, sendo este, impresso em uma impressora 3D, assim como o case do computador de placa única, objetivando a redução de custos associados ao protótipo. O elemento indicado pela letra C, é um teclado flexível de borracha (silicone), que possui teclas em alto relevo, permitindo ao usuário a identificação de cada tecla. Além disso, o teclado é portátil, à prova d'água e poeira. Por fim, tem-se o material impresso a ser digitalizado pelo *software* do M-Reader identificado pela letra D. Ressaltamos que, na figura 1, está ausente o fone de ouvido,

² Disponível em <<https://www.raspberrypi.org>>. Acesso em 15 junho de 2021.

³ Disponível em <<https://www.raspberrypi.org/software/>>. Acesso em 15 junho de 2021.

⁴ Disponível em <<https://wiki.gnome.org/Projects/Orca>>. Acesso em 15 junho de 2021.

⁵ O *Raspberry Pi OS* possui a licença do tipo *Free and open-source software* (FOSS), enquanto o *Orca* possui licença *Lesser General Public License* (LGPL). A diferença entre a FOSS e a LGPL é que esta última outorga a associação com programas que não estejam sob as licenças FOSS, *GNU General Public License* (GNU GPL) ou LGPL, inclusive *software* proprietário.

elemento primordial para o funcionamento do M-Reader, pois permite que o deficiente visual “escute”, por meio do leitor de telas todas interações provenientes da plataforma.

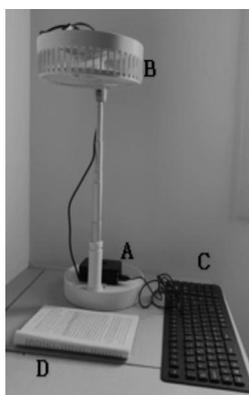


Figura 1. Hardware que compõe a plataforma M-Reader.

Fonte: Autores

O *software* desenvolvido para plataforma M-Reader utiliza recursos da Visão Computacional (VC). Apesar da inexistência de uma unidade na definição dos conceitos de VC, traremos Belan, Araujo e Librantz (2012) e Backes e Sá Júnior (2019) para sustentar as decisões encaminhadas em relação a codificação do software. Para os autores, a VC é constituída de aquisição, processamento de imagens, segmentação, extração de características, análises de imagens e reconhecimento de padrões. Neste caso, os autores colocam o processamento de imagens como parte da visão computacional. Sendo assim, por meio da aplicação dos conceitos de VC ao *software* do M-Reader, tornou-se possível realizar a “transformação” do material impresso em um formato digital e acessível aos deficientes visuais. A título de exemplificação, esse processo dar-se-á pela interação com a câmera que captura por meio de fotografias a página de um livro. Em seguida, é realizado o tratamento da imagem (foto) para que o seu conteúdo, neste caso, os caracteres fossem extraídos e posteriormente disponibilizado em um formato PDF.

O *software* desenvolvido para plataforma M-Reader foi codificado na linguagem de programação *Python* (versão 3.7), utilizando a arquitetura *Model-View-Controller* (MVC). Foram utilizadas duas bibliotecas relacionadas à visão computacional. A *OpenCV*⁶, que no contexto do projeto foi responsável pela captura e tratamento das imagens. O *Tesseract*⁷ tem como objetivo reconhecer e extrair caracteres presentes nas fotos obtidas a partir do material impresso.

Após pesquisar sobre a implementação de interfaces acessíveis em *Python*, foram identificadas duas bibliotecas: *wxWidget*⁸ e *Kyvi*⁹. Optou-se pela *wxWidget*, pois faz uso de elementos nativos do sistema operacional, uma vez que a biblioteca foi codificada em *C++*. Esse fator foi crucial para a sua escolha, por garantir que essa solução esteja aderente aos padrões de acessibilidade virtual verificados por meio de testes manuais usando os leitores de tela, NVDA para o sistema operacional *Windows* e o ORCA para os sistemas operacionais GNU/Linux Mint e Raspberry Pi OS. Ademais a

⁶ Disponível em <<https://github.com/opencv/opencv>>. Acesso em 15 junho de 2021.

⁷ Disponível em <<https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>>. Acesso em 15 junho de 2021.

⁸ Disponível em <<https://www.wxwidgets.org/>>. Acesso em 15 junho de 2021.

⁹ Disponível em <<https://kivy.org/#home>>. Acesso em 15 junho de 2021.

wxWidget possui uma solução para a linguagem de programação Python através do wrapper para a biblioteca wxPython¹⁰.

Outrossim, devido ao seu tamanho diminuto, peso e dimensões de seus acessórios o M-Reader é portátil e pode ser utilizado em qualquer ambiente bem como facilmente transportado. Destarte, o M-Reader permite ao deficiente visual a possibilidade de ser utilizado tanto na escola como em sua casa, servindo assim como um instrumento educacional de suporte no processo de aprendizado. Outrossim, do lado da escola, o professor pode utilizar o M-Reader para disponibilizar qualquer material impresso em material didático acessível, tornando assim o processo de ensino mais igualitário. Deste modo, o M-Reader se apresenta como um artefato educacional oriundo das TDIC destinado a dirimir os obstáculos enfrentados na trajetória do processo educacional do deficiente visual em tempo que transfigure a sua permanência neste processo de modo mais isonômico. Ademais, ressaltamos que o M-Reader atende o item g do artigo 4 do Decreto 6.949/2009 (Brasil, 2009): “Realizar ou promover a pesquisa e o desenvolvimento, bem como a disponibilidade e o emprego de novas tecnologias, inclusive as tecnologias da informação e comunicação, ajudas técnicas para locomoção, dispositivos e tecnologia assistiva, adequados a pessoas com deficiência, dando prioridade a tecnologias de custo acessível” no que tange a TA social, ao tempo em que favorece o item 3 do artigo 24 do mesmo decreto: “Os Estados Partes assegurarão às pessoas com deficiência a possibilidade de adquirir as competências práticas e sociais necessárias de modo a facilitar às pessoas com deficiência sua plena e igual participação no sistema de ensino e na vida em comunidade”.

Não obstante, o protótipo do M-Reader encontra-se elaborado e pronto para entrar na etapa de testes com o usuário. Ressaltamos que devido a pandemia do covid-19 e o isolamento social, essa etapa ainda não ocorreu, uma vez que o IF Baiano encontra-se em Atividades Pedagógicas Não Presenciais (APNP), conforme Resolução nº 90/2020 (IF BAIANO, 2020). A próxima seção aborda os aspectos metodológicos que foram utilizados no decorrer deste projeto.

4. Metodologia

Antes de adentrar no tópico que apresenta o método deste trabalho, torna-se necessário esclarecer que determinados encaminhamentos deram-se em função dos protocolos relacionados à pandemia do Sars-CoV-2, em particular o afastamento social. Diante desse contexto, tornou-se inviável a operacionalização de determinadas etapas existentes no percurso metodológico definido, a exemplo das fases que envolvem diretamente a presença de estudantes e pesquisadores em determinadas dinâmicas, como as oficinas temáticas e o processo de validação.

4.1. Desvelando o processo de desenvolvimento do M-Reader

O Projeto M-Reader fundamenta-se na Metodologia Colaborativa Aplicada, sendo definida pelo grupo de pesquisa em Geotecnologias, Educação e Contemporaneidade (GEOTEC¹¹) como: Colaborativa, por fomentar pesquisas de forma propositalmente coletiva, onde um conjunto de indivíduos possui a intencionalidade de interferir e sofrer

¹⁰ Disponível em <<https://www.wxpython.org/>>. Acesso em 15 junho de 2021.

¹¹ O grupo discute e propõe ações relacionadas ao ensino, pesquisa e extensão nos diversos níveis de formação, a respeito do entendimento de Espaço mediado pelas TDIC.

interferência no/do coletivo; Aplicada, por gerar conhecimentos para aplicação e intervenção prática, dirigida à solução de problemas e/ou objetivos específicos. Neste trabalho, personificado pelo desenvolvimento da plataforma M-Reader que intenciona minimizar e/ou suplantar as barreiras comunicacionais, em específico a lida do deficiente visual com o material no formato impresso.

É justamente nesse contexto que as informações, proposições e resultados, emergem pela sinergia dos participantes envolvidos. As proposições dos estudantes, aqui entendidas como as necessidades relacionadas a superação das barreiras comunicacionais, fluem para os pesquisadores, sendo consideradas como insumos conceituais. Posteriormente, dar-se-á o retorno dos resultados, por parte dos pesquisadores, que se materializa através da aplicação de técnicas e métodos, relativos ao campo da computação objetivando o aperfeiçoamento da plataforma supracitada. Os resultados, personificados a título de exemplificação como atualizações e/ou correções de funcionalidades do M-Reader são encaminhados aos estudantes para avaliação, que, por consequência, tecem as respectivas considerações (sugestões/críticas), retroalimentando a pesquisa.

É nesse universo que pesquisadores e estudantes encontram-se imersos, buscando presenciar e interpretar o maior número de situações manifestadas no objeto central, neste caso, a plataforma M-Reader. As observações são interpretadas, tornando-se fundantes na correção e/ou aperfeiçoamento da plataforma. Estes, por sua vez, retornam para novamente serem analisados (des/re/construir) e discutidos pelos estudantes.

Em continuidade ao percurso metodológico, tem-se a utilização de um conjunto de métodos adaptados: o ciclo PDCA (Planejamento, Execução, Checagem e Ação - do inglês *Plan, Do, Check, Act*) e o Processo de Desenvolvimento de *Software* Iterativo Incremental (PDSII). A adoção dos métodos supracitados, deu-se em virtude da aproximação da equipe técnica que compõe o projeto. Destaca-se ainda que, devido às particularidades dessa pesquisa, algumas diretrizes de ambos os métodos foram modificadas, substituídas ou excluídas, tornando possível alcançar os objetivos propostos.

A combinação dos métodos PDCA e PDSII foi idealizada para acompanhar o desenvolvimento do projeto, em particular pela flexibilidade e controle na melhoria contínua de processos e produtos. Dessa forma, utilizaremos o PDCA para controlar o projeto (processo e produto) na totalidade. Ou seja, na fase de Planejamento foram coletadas as necessidades dos estudantes com algum tipo de limitação visual, por meio das oficinas formativas e posteriormente encaminhada para etapa de Execução. Em relação a esta fase, traremos o PDSII (Concepção, Elaboração, Construção e Transição), especificamente, para o gerenciamento e operacionalização dos aspectos técnicos do *hardware* e do *software* (bits e bytes) da plataforma M-Reader. A etapa de verificação se caracteriza como momento de checagem, onde existe o confronto das necessidades identificadas e o respectivo atendimento por meio dos requisitos técnicos implementados na plataforma referenciada anteriormente. Por fim, tem-se a fase da Ação, na qual as correções e/ou ajustes daquele ciclo serão efetuados. Desse modo, a junção desses dois métodos, está representada na Figura 2.



Figura 2. Fluxo das informações relacionadas ao processo metodológico da plataforma M-Reader.

Fonte: Autores

A dinâmica apresentada permite retroalimentar a pesquisa, de forma contínua e cíclica, gerando novos requisitos, que por sua vez retornarão às oficinas temáticas, para (re)avaliações. Desse modo, objetiva-se o aprimoramento da plataforma, principalmente por basear-se nas necessidades do público-alvo, formado por alunos com deficiência visual, refletindo o envolvimento destes sujeitos no processo de desenvolvimento do M-Reader, assim como nas descobertas e aprendizagens que o mesmo possibilita.

5. Conclusões Parciais

Como dito anteriormente, este artigo é fruto de um projeto de pesquisa em fase de desenvolvimento. Sendo assim, temos como resultados preliminares a produção do *hardware*, um dispositivo composto por: um fone de ouvido, um teclado, uma (01) webcam e uma central de processamento de dados (CPU). A implantação dos *softwares* que são necessários para interação do deficiente visual com o material impresso, a saber: um sistema operacional, um (01) leitor de telas e um *software* aderente às regras internacionais de acessibilidade cujo objetivo é capturar, tratar e processar de imagens utilizando as técnicas da Visão Computacional.

A produção desse artefato foi posterior à etapa de **Planejamento** onde foram coletadas as necessidades dos estudantes com algum tipo de limitação visual, por meio das oficinas formativas, com base no método PDCA. Foram realizadas 2 oficinas formativas para coleta das informações sobre as necessidades dos estudantes e as possibilidades do dispositivo. Após a coleta, passou-se à etapa de **Execução**. Nesta fase, por meio do método PDSII (Concepção, Elaboração, Construção e Transição), foi construído o protótipo da plataforma M-Reader (*hardware* e do *software*).

O terceiro momento pretende testar a plataforma M-Reader em três (03) oficinas temáticas relacionadas a ambientação com o dispositivo e seus aplicativos. Nessa dinâmica, teremos a participação de cinco (05) estudantes com deficiência visual (cegos e/ou baixa visão). As oficinas objetivam a ambientação do uso da plataforma com vistas a apreensão, correção de eventuais falhas e melhorias, considerando que esta foi desenvolvida por pessoas videntes. Esta fase não pôde ser ainda executada devido a Pandemia da Covid-19, por tratar-se de necessários encontros presenciais, uma vez que pretende-se realizar a observação da interação dos participantes com a plataforma. Esta etapa corresponde à fase de checagem do ciclo PDCA (Planejamento, Execução, **Checagem** e Ação). A última etapa, a fase de **Ação** do método PDCA, diz respeito às intervenções necessárias na plataforma, após análise dos participantes.

Sendo assim, ao término das oficinas temáticas, espera-se como desdobramento a aproximação dos profissionais técnicos às necessidades da sociedade civil, no sentido de possibilitar a geração de produtos e/ou serviços que mobilizem as formas e as metodologias do campo da computação e educação.

Referências

- Backes, André Ricardo; Junior, Jarbas Joaci de Mesquita Sá. (2019) “Introdução à visão computacional usando Matlab”. Alta Books Editora.
- Belan, Peterson Adriano; Araújo, Sidnei Alves de; Librantz, André Felipe Henriques. (2012) “Técnicas de visão computacional aplicadas no processo de calibração de instrumentos de medição com display numérico digital sem interface de comunicação de dados”. *Exacta*, v. 10, n. 1, p. 82-91.
- BOURNE, Rupert RA et al. (2017) “Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis”. *The Lancet Global Health*, v. 5, n. 9, p. e888-e897.
- Brasil. (1996) “Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996”, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm, Maio.
- Brasil. (2004) “Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004”, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm, Maio.
- Brasil. (2009) “Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009”, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm, Maio.
- Brasil. (2015) “Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015”, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm, Maio.
- Conselho Brasileiro De Oftalmologia. (2019) “As Condições de Saúde Ocular no Brasil 2019”, https://www.cbo.com.br/novo/publicacoes/condicoes_saude_ocular_brasil2019.pdf, Maio.
- Domingues, Celma dos Anjos. (2020) “Políticas públicas, difusão e mediação da tecnologia assistiva na perspectiva dos direitos humanos”, Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Freire, Paulo. (2005) “Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro”, Paz e Terra.
- García, Jesus Carlos Delgado García; ITS BRASIL. (2017) “Livro Branco da Tecnologia Assistiva no Brasil”, ITS BRASIL.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. (2012) “Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência”, https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf, Maio.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. (2018) “Nota técnica 01/2018: Releitura dos dados de pessoas com deficiência no Censo Demográfico 2010 à luz das recomendações do Grupo de Washington”, https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/metodologia/notas_tecnicas/nota_tecnica_2018_01_censo2010.pdf, Maio.

- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. (2020) “Síntese de Indicadores Sociais: Uma análise das condições de vida da população brasileira 2020”, <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101760.pdf>, Maio
- Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Baiano. (2020) “Resolução 90/2020 - OS-CONSUP/IFBAIANO, de 28 de outubro de 2020”, <https://ifbaiano.edu.br/portal/wp-content/uploads/2020/11/Resolucao-Consolidada-90-e-91.2020-com-anexo.pdf>
- Lavorato, Simone Uler. (2021) “Método Dialógico, Descritivo e Acessível – DDA: uma estratégia pedagógica para adaptação de material didático para o ensino de ciências na perspectiva da escola inclusiva”, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Brasília, Brasília.
- OMS, Organização Mundial da Saúde. (2021) “Relatório mundial sobre a visão”, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-por.pdf>, Maio.
- Romão, E. S. e Lima, M. F. M. “A educação no universo das imagens: tecnologia, cultura, linguagem”, http://alb.com.br/arquivo-morto/edicoes_anteriores/anais16/sem05pdf/sm05ss14_07.pdf, Maio.
- World Health Organization. (2018) “International Classification of Diseases 11th Revision”, <https://icd.who.int/en>, Maio.
- World Health Organization. (2018) “International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)”, <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>, Maio.