

## FERRAMENTAS TANGÍVEIS DIGITAIS E NÃO DIGITAIS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

### TANGIBLE DIGITAL AND NON-DIGITAL TOOLS FOR PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS: A SYSTEMATIC MAPPING

### HERRAMIENTAS DIGITALES Y NO DIGITALES TANGIBLES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL: UN MAPEO SISTEMÁTICO

**Natália Silva Rosa<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0003-4050-1766>

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Brasil

[srosanatalia@gmail.com](mailto:srosanatalia@gmail.com)

**Claudia Pinto Pereira<sup>2</sup>**

<https://orcid.org/0000-0002-2552-2089>

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Brasil

[claudiap@uefs.br](mailto:claudiap@uefs.br)

**Fabiana Cristina Bertoni<sup>3</sup>**

<https://orcid.org/0000-0001-7759-460X>

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Brasil

[fcbertoni@uefs.br](mailto:fcbertoni@uefs.br)

#### Resumo

Este trabalho descreve um mapeamento das pesquisas publicadas nos últimos 10 anos sobre interfaces tangíveis digitais e não digitais voltadas para pessoas com deficiência visual. O objetivo principal é investigar a produção atual na área de interfaces tangíveis destinadas a esse público. O mapeamento foi conduzido por meio de 9 repositórios de busca, utilizando strings de busca em inglês e português. Os resultados indicam que, embora existam trabalhos recentes nesse domínio, a quantidade de publicações ainda é reduzida, especialmente no campo da Computação, sugerindo oportunidades de pesquisa a serem exploradas.

**Palavras-chave:** Interface Tangível; Deficiência Visual; Mapeamento Sistemático.

#### Abstract

This work describes a mapping of research published in the last 10 years on digital and non-digital tangible interfaces for individuals with visual impairments. The main objective is to investigate the current production in the field of tangible interfaces designed for this audience. The mapping was conducted using 9 search repositories, employing search strings in both English and Portuguese. The results indicate that, despite recent contributions in this domain, the number of publications remains limited, particularly in the field of Computing, suggesting research opportunities to be explored.

**Keywords:** Tangible Interface; Visual Impairment; Systematic Mapping.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Computação pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

<sup>2</sup> Doutora em Difusão do Conhecimento (UFBA). Mestre em Redes de Computadores (Universidade do Salvador). Especialização em Aplicações Pedagógicas dos Computadores (UCSAL).

<sup>3</sup> Possui Bacharelado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Mato Grosso (2002). Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos. Doutora em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia da USP de São Carlos.

## Resumen

Este artículo describe un mapeo de investigaciones publicadas en los últimos 10 años sobre interfaces tangibles digitales y no digitales dirigidas a personas con discapacidad visual. El objetivo principal es investigar la producción actual en el ámbito de las interfaces tangibles dirigidas a este público. El mapeo se realizó a través de 9 repositorios de búsqueda, utilizando cadenas de búsqueda en inglés y portugués. Los resultados indican que, a pesar de que existen estudios recientes en este campo, el número de publicaciones es todavía pequeño, especialmente en el campo de la Computación, lo que sugiere oportunidades de investigación a explorar.

**Palabras clave:** Interfaz Tangible; Discapacidad Visual; Mapeo Sistemático.

## 1. Introdução

A visão é o recurso mais importante para que um indivíduo estabeleça comunicação e relacionamento com o mundo exterior (Gil, 2000). Assim como a audição, a visão é responsável por captar os registros próximos ou distantes e permite organizar, no nível cerebral, as informações que chegam pelos outros órgãos dos sentidos (Gil, 2000). A alteração da capacidade funcional relacionada à visão é denominada deficiência visual.

A deficiência visual engloba pessoas com perda visual leve até a ausência total da visão (Ministério da Saúde, 2016), e a identificação de tais categorias se baseia no diagnóstico oftalmológico e consiste na acuidade visual medida pelos oftalmologistas, levando em consideração a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID) (Ministério da Saúde, 2016) (Ventorini, 2007). Hoje já é possível realizar a avaliação funcional da visão de um recém-nascido, ainda no berçário, graças a testes de acuidade desenvolvidos (Gil, 2000). Esses testes são fundamentais, pois é nos primeiros anos de vida que ocorre o desenvolvimento das funções visuais de um indivíduo (Gil, 2000).

Ventorini (2007) explica, em seu trabalho, que o indivíduo com deficiência visual tem todas as condições de aprender tão bem quanto à pessoa sem deficiência. O que distingue sua aprendizagem é a maneira como organiza suas percepções de mundo. Por esse motivo, é tão importante que sejam elaborados recursos para serem explorados didaticamente com estudantes com deficiência visual e, com isso, propiciar um processo inclusivo em que todos - com e sem deficiência visual – aprendam e participem (Raposo e Mól, 2010).

Para Neto et al. (2018), a educação inclusiva é um processo em que se amplia a participação de todos os alunos nos estabelecimentos de ensino regular, promovendo uma reestruturação da cultura, da prática e das políticas vivenciadas nas escolas, de modo que estas respondam à diversidade dos alunos. O processo educacional inclusivo permite perceber o sujeito e suas singularidades, tendo como objetivo o crescimento, a satisfação pessoal e a

inserção social de todos (Neto et al., 2018). Segundo Brasil (2022), o número de matrículas da educação especial chegou a 1,4 milhão em 2021, um aumento de 26,7% em relação a 2017. Considerando apenas os alunos de 4 a 17 anos da educação especial, verifica-se que o percentual de matrículas de discentes incluídos em classes comuns também vem aumentando gradativamente, passando de 90,8%, em 2017, para 93%, em 2021.

Nesse contexto de promover um ambiente de aprendizagem inclusivo, as interfaces tangíveis (TUI - *Tangible User Interface*) tornam-se recursos didáticos aliados, nos quais a computação é embutida em objetos concretos, unindo as vantagens da manipulação física às formas de interação providas pela tecnologia (Falcão & Gomes, 2007). Dar forma física para informações digitais para que possam ser manipuladas por meio de objetos torna as TUIs adequadas para pessoas com deficiência visual (Beal & García, 2019). Contudo, apesar de alguns conceitos de TUIs remeterem à união entre o digital e o tátil, como dito por Falcão e Gomes (2007) e Beal e Garcia (2019), neste mapeamento consideramos como interfaces tangíveis o conceito mais geral, incluindo tanto as ferramentas digitais quanto as não digitais.

Com a compreensão da importância da engenharia de computação como uma das áreas para a concepção, idealização e desenvolvimento de TUIs e com o entendimento da formação holística, social e humana do engenheiro, este trabalho propõe o levantamento, através de um Mapeamento Sistemático (MS), dos estudos publicados nos últimos 10 anos sobre as TUIs utilizadas para apoiar o ensino e a aprendizagem de pessoas com deficiência visual, com o objetivo de resumir e classificá-los, para a identificação dos caminhos que vêm sendo seguidos, das soluções que vêm sendo implementadas e das lacunas neste escopo de pesquisa, que sirvam como inspiração para futuros projetos. A principal ideia do trabalho é fornecer uma síntese compreensível do que foi produzido sobre o tema nos últimos 10 anos, de modo a detectar onde os esforços estão sendo concentrados e onde há potencial para que mais estudos sejam desenvolvidos. No que diz respeito à computação, buscaremos elucidar a responsabilidade dos profissionais da área para com o desenvolvimento de novas TUIs, e sobre o quão importante é falar sobre acessibilidade durante a formação destes profissionais.

O referencial teórico para os temas abordados no trabalho é apresentado na Seção 2; na Seção 3, especificam-se os métodos que serão usados para realizar o MS, como o planejamento das questões de pesquisa, definição das *strings* e repositórios de busca, bem como quais foram os critérios adotados para inclusão e exclusão de artigos; a Seção 4 apresenta os resultados e a discussão do mapeamento; e a Seção 5, as considerações finais.

## **2. Fundamentação Teórica**

Nesta seção, apresenta-se a revisão das pesquisas e das discussões de outros autores sobre os conceitos que serão explorados neste trabalho, como o conceito de interfaces tangíveis e como elas podem ser aplicadas no contexto educacional; o conceito de deficiência visual; a educação inclusiva e a formação holística do engenheiro de computação e, por fim, os estudos desenvolvidos por outros autores, correlacionados com o presente trabalho.

### **2.1. Interfaces Tangíveis**

Segundo Dourish (2004), as interfaces tangíveis são feitas de objetos que podem ser manipulados diretamente. Para o autor, esses objetos não devem ser encarados de forma independente, mas como parte de um conjunto de outros tipos de interfaces as quais estão integrados, formando ambientes interativos, chamados de "interações corporificadas".

Reis e Gonçalves (2016) salientam que o espaço físico e a corporalidade ganham destaque neste tipo de interface, uma vez que um ou mais usuários podem manipular objetos. Nas TUIs o usuário, ou o conjunto deles, pode estar em movimento pelo ambiente, interagindo com um objeto que capta diversas de suas respostas motoras, vocais, emocionais ou lidando com um espaço que se torna, ele mesmo, uma interface (Reis & Gonçalves, 2016).

Em 1997, Ishii e Ullmer apresentaram o soroban - ábaco japonês - como metáfora para explicar a importância da interação do usuário com a interface tangível. Segundo ele, o uso do soroban agiliza o aprendizado de Aritmética ao ativar regiões cerebrais ligadas a processos mais velozes de cognição. Por serem mais intuitivas, as TUIs têm um efeito cognitivo maior nos usuários, uma vez que incentivam mais a imaginação e o raciocínio.

Em seu trabalho de 2008, Ishii (2008) destaca que as interfaces tangíveis fornecem forma física para a informação digital e computacional. O autor aborda sobre a capacidade da TUI de tornar as informações digitais diretamente manipuláveis com as nossas mãos e perceptíveis através dos nossos sentidos, fazendo com que os usuários possam interagir diretamente com a representação digital (Ishii, 2008).

Segundo Falcão e Gomes (2007), as TUIs constituem uma abordagem que propõe embutir elementos computacionais em materiais concretos, criando um recurso que une as vantagens da manipulação física à interação multimídia providas pela tecnologia. No contexto educacional, Falcão e Gomes (2007) enfatizam que a utilização das TUIs cria recursos didáticos nos quais os materiais concretos são enriquecidos com os recursos computacionais, ajudando a estimular diversos sentidos, como visão, audição e tato, e

promover uma maior inclusão de pessoas com deficiência. Hoyles e Noss (1999) acrescentam que a aprendizagem mediada por tangíveis têm o potencial de permitir combinar e recombinar o conhecido e o familiar de maneiras novas e desconhecidas, proporcionando uma “aprendizagem divertida”, a qual contempla a exploração através de interação, engajamento, reflexão, imaginação, criatividade, colaboração e diferentes níveis de abstração.

Marshall et al. (2013) discutem duas categorias de TUIs para aprendizagem: expressivas e exploratórias. TUIs expressivas permitem aos alunos criar representações visuais de conceitos e validar ideias. Um exemplo é o SystemBlocks, que ajuda os alunos a entender a dinâmica de sistemas modelando fluxos de água ou pessoas, o que facilita a identificação de problemas e a validação de ideias (Zuckerman et al., 2005). As TUIs exploratórias, por sua vez, focam no funcionamento do sistema ou na exploração de modelos do mundo. Marshall et al. (2013) dão como exemplo o *Chromarium*, um espaço de realidade aumentada que propõe ensinar a crianças noções de misturas de cores.

Além das categorias, Marshall et al. (2013) apresentam dois modos de interação com as TUIs: *ready-at-hand*, em que o foco está na tarefa realizada com o tangível, e *present-at-hand*, em que a atenção se volta para o próprio tangível. A aprendizagem produtiva envolve a alternância entre esses modos. Por exemplo, no *Chromarium* os cubos físicos são utilizados como acessórios para misturar cores (*ready-at-hand*), mas oferece exploração adicional da interface (*present-at-hand*) (Marshall et al., 2013).

Como foi apresentado nessa seção, o termo interface tangível é usado e compreendido de maneira congênere por diversos autores, utilizado para descrever os exemplos de objetos físicos associados a informações digitais. Entretanto, alguns outros autores, como Dourish (2004) e Reis e Gonçalves (2016), consideram como TUI as ferramentas táteis, corpóreas e palpáveis que podem estar associadas ou não com uma informação digital. Neste trabalho, consideramos o conceito mais amplo (com e sem elementos digitais).

## **2.2. A Pessoa com Deficiência Visual na Perspectiva da Educação Especial Inclusiva**

A Organização Mundial da Saúde (OMS) classifica a deficiência visual em categorias que incluem desde perda visual leve até a ausência total de visão e baseia-se em valores quantitativos de acuidade visual e/ou do campo visual para definir clinicamente a cegueira e a baixa visão, utilizando a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID) (Ministério da Saúde, 2016). Atualmente, está em vigor a CID-11, elaborada pela OMS, que veio para substituir a CID-10.

Os graus de visão abrangem uma ampla cadeia de possibilidades, que vão desde a cegueira total até a visão perfeita (Gil, 2000). A baixa visão se refere à alteração da capacidade funcional em decorrência de fatores como rebaixamento significativo da acuidade visual, redução importante do campo visual e da sensibilidade aos contrastes e limitação de outras capacidades (Gil, 2000). De acordo com a CID-11, a deficiência visual é classificada em seis categorias com base na acuidade visual. Elas variam de ausência de deficiência visual (categorial 0, acuidade  $\geq 0,5$ ) a cegueira total (categorial 6, sem percepção de luz) (Conselho Brasileiro de Oftalmologia, 1999).

Gil (2000) aborda, em seu trabalho, como a deficiência visual, em qualquer grau, compromete a capacidade da pessoa de se orientar e de se movimentar no espaço com segurança e independência. Por esse motivo, é necessário elaborar técnicas especializadas para desenvolver o sentido de orientação usando o tato, a audição e o olfato para se relacionar com os objetos significativos que estão no ambiente.

A CID não permite, no entanto, avaliar o impacto da doença sobre ser, tampouco descrever a restrição funcional determinada pela doença. Para superar este desafio, a OMS iniciou estudos para definir um sistema classificatório e descritivo das alterações funcionais. Como resultado desse esforço, em outubro de 2001, foi introduzida a Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) (Battistella & Brito, 2002).

A CIF tem como objetivo padronizar a linguagem internacional no que se refere à descrição de diversos aspectos relacionados à funcionalidade, incapacidade e saúde. Essa nova classificação, que substitui as anteriores, adota o termo "funcionalidade" em detrimento de expressões utilizadas no passado, como incapacidade, deficiência, invalidez e desvantagem. Além disso, amplia o seu significado para abranger experiências positivas, registrando a potencialidade da pessoa portadora de deficiência (PPD) (Battistella e Brito, 2002).

Segundo estimativas feitas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, com base na Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) de 2022, o Brasil tem 18,6 milhões de pessoas com deficiência, considerando a população com idade igual ou superior a dois anos. Desse número, 3,1% têm dificuldade para enxergar, mesmo usando óculos ou lentes de contato (Brasil, 2023).

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), em 2020, as matrículas da educação especial chegaram a 1,3 milhão, um aumento de 34,7% em relação a 2016. Considerando apenas os alunos de 4 a 17 anos da educação especial, verifica-

se que o percentual de matrículas de discentes incluídos em classe comum também vem aumentando, passando de 89,5%, em 2016, para 93,3%, em 2020 (Brasil, 2021). Nesse sentido, Mantoan (2003) afirma que as crianças precisam da escola para aprender e não para serem segregadas em classes especiais e atendimentos à parte. Neto (2018) acrescenta que a educação inclusiva tem por proposta a educação de todos os alunos juntos, deixando-os aptos para o convívio em sociedade a partir da escola.

### **2.3. Trabalhos Correlatos**

Moreira e Baranauskas (2015) conduziram uma revisão sistemática abrangendo estudos publicados entre 2000 e 2015. Eles destacaram a predominância de TUIs combinadas com dispositivos como tablets e smartphones sendo amplamente utilizados. A pesquisa apontou que essas tecnologias têm ganhado destaque em cenários acadêmicos, embora tecnologias vestíveis e interações gestuais tenham sido pouco exploradas. Isso sugere a necessidade de pesquisas adicionais nesses campos.

Silva et al. (2015) apresentaram uma revisão sistemática visando compreender o processo de representação gráfica dos cegos congênitos e o uso de interfaces tangíveis que facilitam o reconhecimento de objetos tridimensionais e sua transposição para o bidimensional. Eles destacaram como as interfaces tangíveis propõem inovadoras formas de interação que demonstram ser mais apropriadas para os usuários com deficiência. Os autores também salientam como as TUIs têm se difundido na área da educação, a fim de estabelecer um amplo avanço tecnológico nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

O mapeamento sistemático realizado por Beal e García (2019) sobre estudos publicados em bases digitais nacionais e internacionais, entre os anos 2010 e 2019, na área de Interfaces Tangíveis como recurso educacional para ensino do Braille, revelou uma pequena quantidade de trabalhos na área, sugerindo uma oportunidade de pesquisa a ser explorada. Bael e García (2019) investigaram ambientes computacionais baseados em TUI para apoiar o ensino do Braille, e observaram que, em um ambiente interativo tangível para o ensino do Braille, o toque é indispensável para a educação de pessoas com deficiência visual, uma vez que o Braille é um sistema de leitura e escrita táteis.

### 3. Metodologia

Um Mapeamento Sistemático (MS) é uma revisão abrangente dos estudos primários relativos a certas questões de pesquisa, com o objetivo específico de integrar e sintetizar evidências relacionadas a essas questões existentes (Falbo, 2018).

Um estudo de MS permite que a evidência em um domínio seja traçada em um alto nível de granularidade (Kitchenham & Charters, 2007). Os resultados de um MS apontam lacunas em um escopo de trabalho, sugerindo que mais estudos primários sejam conduzidos (Kitchenham & Charters, 2007). Sendo assim, um MS promove uma visão ampla sobre um tópico identificando se há subtópicos nos quais mais estudos primários são necessários (Falbo, 2018). A primeira etapa de um MS é a fase de planejamento, que inclui a formulação das questões de pesquisa e a definição dos critérios de inclusão e exclusão, seguido pela busca e revisão dos estudos (Souza et al., 2016).

#### 3.1. Questões de Pesquisa

Nesta etapa, são definidas as questões de pesquisa norteadoras do trabalho, derivadas a partir dos objetivos do mapeamento (Kitchenham & Charters, 2007). O tipo de questão de pesquisa e a formulação da mesma deve ser escolhido em função do foco e do objetivo do trabalho (Dermeval, 2020).

Uma abordagem normalmente utilizada para formular as questões de pesquisa é a utilização dos critérios de PICOC, sugeridos por Petticrew e Roberts (Petticrew & Roberts, 2008). O PICOC estrutura as questões de pesquisa em cinco aspectos, sendo eles: população (*Population*), intervenção (*Intervention*), comparação (*Comparison*), resultados (*Outcomes*) e contexto (*Context*) (Kitchenham & Charters, 2007) (Petticrew & Roberts, 2008). Neste mapeamento, apenas os aspectos PIOC foram considerados, como indicado no Quadro 1.

#### Quadro 1

##### Aspectos PIOC

<b>População</b>	Pesquisas desenvolvidas entre 2010 e 2021 relacionadas a ferramentas educacionais tangíveis como forma de apoio ao ensino inclusivo de pessoas com deficiência visual.
<b>Intervenção</b>	Tecnologias para apoiar o ensino de pessoas com deficiência visual.
<b>Resultados</b>	Apontar onde os esforços estão sendo concentrados e onde estão as lacunas deste espaço de pesquisa; Identificar quais tecnologias estão sendo utilizadas;



	Identificar para quais componentes curriculares estão sendo destinadas estas ferramentas; Discutir sobre a importância do uso de interfaces tangíveis para pessoas com deficiência visual.
<b>Contexto</b>	Identificar para qual escopo educacional a TUI está sendo utilizada.

Fonte: O autor (2022).

Segundo Kitchenham e Charters (2007), especificar as questões de pesquisa é a parte mais importante de qualquer MS, pois são elas que conduzem toda a metodologia do mapeamento, de forma que o processo de busca deve identificar os estudos que abordem as questões. O processo de extração de dados deve extrair os itens necessários para respondê-las e o processo de análise deve sintetizar os dados de forma que as perguntas possam ser respondidas. As questões de pesquisa (QPs) que norteiam esse trabalho são apresentados no Quadro 2, tendo como questão primária QP1, e secundárias, a QP2, QP3, QP4 e QP5.

## Quadro 2

### Questões de Pesquisa

<b>Questões de Pesquisa</b>
QP1: Quais ferramentas tangíveis foram criadas para pessoas com deficiência visual para uso no contexto educacional, no período de 2011 a 2021? QP2: Quais tecnologias utilizadas nestas ferramentas? QP3: Para quais componentes curriculares essas ferramentas estão direcionadas? QP4: Qual a distribuição dos estudos por ano? QP5: Qual a distribuição dos estudos por país/região?

Fonte: O autor (2022).

### 3.2. Processo de Busca

Para a etapa de busca, foram escolhidos os repositórios de dados eletrônicos que são relevantes para a área de pesquisa, por possuírem artigos publicados sobre o tema de interesse, além do acesso gratuito. No Quadro 3, são apresentados os repositórios selecionados.

### Quadro 3

#### Repositórios de busca

Repositórios	Endereço
Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)	<a href="http://www.br-&lt;br/&gt;ie.org/pub/index.php/wcbie/index">http://www.br- ie.org/pub/index.php/wcbie/index</a>
Revista Brasileira de Informática na Escola (RBIE)	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie">http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie</a>
Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie">http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie</a>
Simpósio Brasileiro de Games (SBGames)	<a href="https://www.sbgames.org/">https://www.sbgames.org/</a>
Scientific Electronic Library Online (Scielo)	<a href="https://scielo.org/">https://scielo.org/</a>
Workshop de Informática na Escola (WIE)	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie">http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie</a>
Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)	<a href="https://seer.ufrgs.br/renote/">https://seer.ufrgs.br/renote/</a>
IEEEExplorer	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>
Association for Computing Machinery (ACM)	<a href="https://dl.acm.org/">https://dl.acm.org/</a>

Fonte: O autor (2022).

Uma outra etapa que compõe o processo de busca é a estruturação das questões de pesquisa em *strings* de busca. O processo de definição da *string* de busca é iterativo e envolve vários ciclos de experimentação, verificação dos artigos retornados e ajustes da *string* (Dermeval, 2020). Segundo Kitchenham e Charters (2007), uma abordagem geral para obtenção dos termos ou *strings* é dividir as questões em facetas individuais e, em seguida, montar uma lista de sinônimos, abreviações e grafias alternativas, sendo possível construir sequências de pesquisa sofisticadas usando *ANDs* e *ORs* booleanos. Outros termos também podem ser obtidos considerando os cabeçalhos de assuntos usados em periódicos e bancos de dados (Kitchenham & Charters, 2007).

A *string* foi utilizada no campo de busca de cada repositório e teve o objetivo de encontrar os termos no título, resumo e/ou no corpo do texto. A *string* utilizada em todas as buscas foi a mesma, ainda que com as alterações necessárias para melhor adaptar-se ao

campo de pesquisa de cada repositório. O Quadro 4 apresenta a *string* de busca construída com base nos termos e sinônimos identificados.

#### Quadro 4

*String* de busca

String
(("interfaces tangíveis" OR "ferramentas tangíveis" OR "interface tangível" OR "ferramenta tangível") AND ("deficiente visual" OR "cego" OR "cegos" OR "deficientes visuais") AND ("educação" OR "tecnologia educacional" OR "tecnologias educacionais" OR "ensino" OR "aprendizagem")) OR (("tangible interfaces" OR "tangible tools" OR "tangible interface" OR "tangible tool") AND ("visually impaired" OR "blind")) AND ("education" OR "educational technology" OR "educational technologies" OR "teaching" OR "learning" OR "literacy"))

Fonte: O autor (2022).

O processo de busca foi realizado com a ajuda de um outro pesquisador (assistente) que auxiliou o pesquisador principal. Ambos realizaram separadamente o mapeamento utilizando a mesma *string* e as mesmas bases, e, em seguida, foi realizada a leitura do título e do resumo dos trabalhos encontrados, para a escolha dos artigos. Após a etapa de busca controlada e seleção dos artigos, o pesquisador principal e o pesquisador assistente compararam seus resultados para identificar semelhanças e diferenças. Nos casos de incerteza sobre a inclusão de um artigo, um terceiro pesquisador era consultado, sendo apresentadas a ele as razões para inserção ou não do trabalho no mapeamento.

### 3.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão devem ser baseados na pergunta de pesquisa, e têm como objetivo identificar os trabalhos que fornecem evidências diretas sobre a questão de pesquisa (Kitchenham & Charters, 2007). Tais critérios devem ser testados para garantir que possam ser interpretados de forma confiável e que classifiquem estudos de forma correta (Kitchenham & Charters, 2007).

A identificação e a análise das literaturas relevantes retornadas pela *string* de busca foram feitas considerando o título, o resumo, o *abstract* e as conclusões. Para garantir uma apuração imparcial, foram definidos critérios de inclusão e exclusão. Assim, os estudos foram incluídos no MS se eles satisfizessem os seguintes critérios de inclusão especificados no Quadro 5. Para o critério de exclusão, utilizamos as regras descritas no Quadro 6.

### Quadro 5

Critérios de Inclusão (CI)

Critérios de Inclusão (CI)
CI1: Artigos que apresentam TUI para o ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência visual.
CI2: Artigos que apresentam as condições para construção de TUI para pessoas com deficiência visual.

Fonte: O autor (2022).

### Quadro 6

Critérios de Exclusão (CE)

Critérios de Exclusão (CE)
CE1: Artigos com mais de 10 anos.
CE2: Artigos que não estão em português ou inglês.
CE3: Artigos que não contribuem para orientar o processo de construção de TUIs ou que não estão relacionados com a utilização dessas interfaces para educação de pessoas com deficiência visual.
CE4: Artigos que não sejam estudos primários, tais como mapeamentos e/ou revisões sistemáticas.
CE5: Artigos duplicados.

Fonte: O autor (2022).

#### 3.4. Busca snowballing

A busca por trabalhos correlatos utilizou o método *snowballing*. Segundo Wohlin (2014), *snowballing* é um processo de recursividade contínua pelo qual se busca trabalhos relacionados ao objeto de estudo, podendo ser realizado nas referências de um determinado artigo, *backward snowballing*, ou em citações de outros trabalhos sobre este, *forward snowballing*. Desta forma, a pesquisa bibliográfica foi iniciada a partir dos temas primários e ramificou-se através do método *snowballing*, através do qual foram coletadas referências que possuíam afinidade com o estudo. Neste trabalho, a busca *snowballing* considerou os estudos secundários, como mapeamentos e revisões sistemáticas, citados nos artigos selecionados, que pudessem apontar outros estudos primários relacionados ao tema pesquisado.

### 3.5. Análise dos dados

Para analisar os dados, inicialmente, todos os resultados foram tabulados em uma planilha, agrupando os artigos de acordo com as bases de pesquisa. Após essa etapa, os resultados passaram por uma classificação com base na aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, sendo realizada a partir da leitura dos resumos. Posteriormente, os artigos que passaram pela primeira fase de filtragem foram submetidos a uma leitura completa na segunda etapa de classificação, com o objetivo de refinar ainda mais os achados e garantir a relevância das contribuições para o mapeamento.

A planilha completa com a tabulação é disponibilizada através do link: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1xhsY5nfTDrgBng6kfq3O5qZ3ml6luJMol0kgtUNyBsE/edit?usp=sharing>. Na primeira aba, encontram-se todos os artigos analisados, acompanhados dos critérios de inclusão e exclusão associados a cada um. Os artigos excluídos estão destacados em vermelho, enquanto os incluídos estão destacados em verde. Na segunda aba, estão os artigos que foram selecionados, acompanhados de informações sobre cada um deles, como por exemplo: escopo de uso, faixa etária recomendada e descrição.

## 4. Resultados e Discussões

Nesta seção, forneceremos uma visão geral dos trabalhos selecionados com base nos critérios de inclusão e exclusão delineados na Seção 3.3. Em seguida, discutiremos os resultados relacionados à questão principal de pesquisa: "Quais ferramentas tangíveis foram desenvolvidas para pessoas com deficiência visual no contexto educacional, no período de 2011 a 2021?". Além disso, abordaremos as questões secundárias para uma melhor contextualização da questão principal.

Os artigos incluídos neste mapeamento são do período entre 2011 e 2021. A Figura 1 ilustra a busca em cada repositório digital, que resultou em um total de 72 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão (CI e CE), 20 artigos foram aceitos, 51 foram rejeitados, e 1 artigo duplicado foi removido.

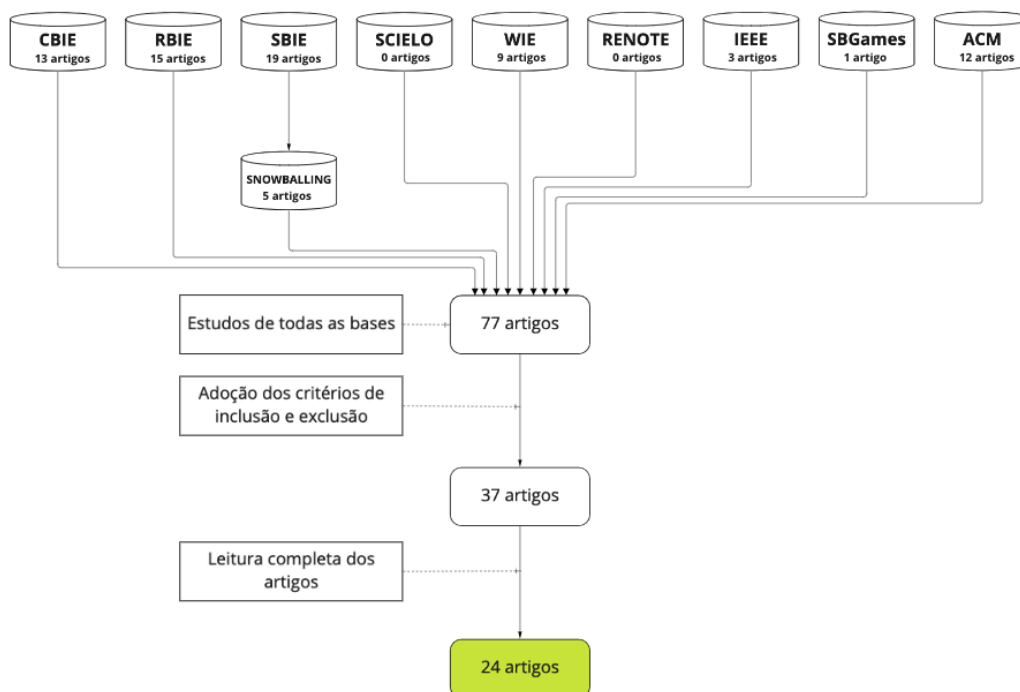
Dentre os artigos rejeitados, um deles se tratava de um mapeamento sistemático que foi utilizado para levantar, através da técnica recursiva de *snowballing*, outros estudos primários. Foi possível então, neste momento, levantar mais 4 trabalhos que estavam de acordo com os critérios de inclusão, totalizando 24 artigos aceitos. Realizamos o *snowballing* apenas neste mapeamento encontrado, pois foi o único que se encaixava na nossa temática e

que poderia trazer resultados relevantes. Entre os 24 trabalhos aceitos, 11 são da biblioteca digital ACM, 4 da CBIE, 3 da IEEE, 1 da SBIE, 1 da SBGames e 4 artigos selecionados a partir da busca *Snowballing*.

A análise da questão QP1 revelou uma diversidade de ferramentas tangíveis para pessoas com deficiência visual no contexto educacional no período de 2011 a 2021. Dos 24 artigos identificados, 23 tratam de dispositivos digitais interagindo com elementos tangíveis, como o mapa tátil sonoro de Wataya et al. (2013), que utiliza sensores elétricos. Apenas 1 publicação aborda uma ferramenta não digital, como o desenvolvimento de blocos de fluxogramas tangíveis por Lotlikar et al. (2020), para promover o pensamento lógico em alunos com deficiência visual.

**Figura 1**

Processo de busca e seleção dos artigos.



Fonte: O autor (2022).

No âmbito educacional, as ferramentas mapeadas visam desenvolver habilidades educacionais, profissionais e pessoais em pessoas com deficiência visual. Algumas das ferramentas encontradas não têm restrição de idade, enquanto outras estão direcionadas para um público específico. Em relação à faixa etária, foi utilizada a seguinte classificação: Crianças, Adolescentes e Adultos. A análise aos resultados indica que 33,3% das ferramentas são voltadas para crianças, 12,5% para adultos, 8,3% para adolescentes e 4,2% voltados tanto

para crianças quanto para adolescentes. A maior parte dos trabalhos, correspondendo a 41,7% das publicações, não possui informações sobre restrições de faixa etária.

Ainda que existam recomendações de idade, há ferramentas que podem ser utilizadas por diversas faixas etárias, como é o caso das TUIs voltadas para a alfabetização em Braille. Um bom exemplo é a ferramenta descrita por Maher (2018) que trata de um *framework* de baixo custo para apoiar a escrita Braille para crianças com deficiência visual. Embora o autor tenha projetado a ferramenta para o ensino de crianças, o aprendizado de Braille pode acontecer em qualquer idade, como é o caso das pessoas que perdem a visão após adultas.

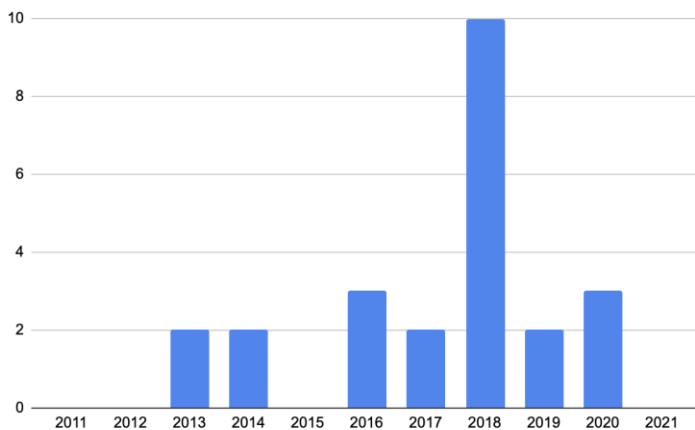
Alguns trabalhos também explicitaram o período escolar (nível) para o qual a TUI foi direcionada. Foi possível filtrar as seguintes classificações: Ensino Infantil, Ensino Médio e Ensino Superior. Podemos perceber que a maior parte dos trabalhos, correspondendo a 79,2%, não deixa explícito informações sobre o período escolar para qual a ferramenta é recomendada; 8,3% indicam a ferramenta para o uso com crianças do Ensino Infantil; 4,2% para o Ensino Médio; 4,2% para o Ensino Superior e 4,2% podem ser utilizadas tanto no Ensino Infantil quanto no Ensino Médio.

Para responder à questão QP2, notamos que algumas das 24 ferramentas encontradas utilizam tecnologias semelhantes, como mesas interativas, especialmente para o ensino de Mapas Táteis. Um exemplo é a mesa interativa de Ducasse (2016), que permite que pessoas com deficiência visual criem mapas táteis usando uma bobina e câmera com orientações de áudio, sem restrições de idade ou período escolar. Semelhante ao funcionamento da ferramenta desenvolvida por Viana e Raabe (2019), a TUI descrita por Sabuncuoglu (2020) visa ensinar conceitos de programação através de algoritmos sonoros, utilizando uma plataforma de música que, ao ordenar os blocos de programação tangíveis em uma estrutura, permite que crianças criem uma melodia.

De acordo com os dados extraídos dos estudos realizados nos últimos 10 anos (Figura 2), e que nos ajudam a responder a QP4, foram publicados trabalhos entre 2013 e 2020, sendo 2018 o ano com maior número de publicações - 10 no total. Porém para os anos de 2011, 2012, 2015 e 2021 não foram encontrados artigos publicados.

**Figura 2**

Quantidade de publicações por ano.



Fonte: O autor (2022).

A Figura 2 demonstra que as tecnologias tangíveis vêm sendo estudadas em ambientes educacionais inclusivos e que, embora sejam poucas, existem pesquisas recentes, o que nos motiva a seguir estudando o potencial das TUI.

Em relação à localização geográfica, associado a QP5, tivemos resultados de diversas partes do mundo. Em primeiro lugar, com 33,3% das correspondências, temos o Brasil. Acreditamos que essa colocação esteja ligada ao fato de que 6 dos 9 repositórios de busca tenham sido brasileiros. Em segundo lugar temos os Estados Unidos com 25% das publicações, enquanto a França segue em terceiro lugar com 12,5%. Os demais artigos, com percentuais menores, são da Turquia, Japão, Índia, Paquistão, México, Arábia Saudita e também o caso de um trabalho publicado por pesquisadores de diferentes países (Espanha, Itália e Inglaterra).

A distribuição dos estudos e aplicações nos estados brasileiros revela uma maior concentração na região sul com 6 trabalhos, sendo 3 do estado de Santa Catarina, 2 do estado do Paraná e 1 do Rio Grande do Sul. A segunda região com maior volume de publicações foi a região sudeste com 2 artigos publicados, sendo 1 de São Paulo e 1 do Rio de Janeiro. Não foram encontrados trabalhos dos demais estados do país.

Observando os dados obtidos, percebemos que os resultados ficaram concentrados nas regiões Sul e Sudeste. Costa e Sardenberg (1993), em seu trabalho, abordam sobre o processo de desenvolvimento desigual da formação social brasileira, que configura disparidades marcantes entre os diferentes estados e regiões do país, fazendo com que os estados das regiões Norte e Nordeste possuam desequilíbrios não apenas no que se refere aos aspectos



socioeconômicos, mas também no plano cultural e no desenvolvimento científico. Diante desse cenário, surge a necessidade de expandir a produção de conhecimento científico e, ao mesmo tempo, promover a divulgação do que já está sendo realizado na região do Norte e Nordeste, visando estimular novos estudos e pesquisas nesse eixo, contribuindo para uma maior equidade na distribuição do conhecimento científico no país.

Um outro dado coletado a partir dos trabalhos encontrados, e que nos ajuda responder a QP3, foi para qual componente curricular o tangível era destinado. Apesar de 41,7% das ferramentas não especificarem um componente curricular, tivemos três disciplinas ligadas a computação, sendo: 8,3% das TUIs utilizadas em aulas de Pensamento Computacional, 8,3% em aulas de Informática e 4,2% em aulas de Programação. Também tivemos um percentual de trabalhos para Alfabetização em Braille, com um total de 16,7%, e 4,2% correspondentes a ferramentas que, além da Alfabetização em Braille, também são aplicadas nas aulas de Geometria. Também conseguimos extrair outros componentes curriculares, como Geografia, Biologia, Matemática e Botânica. Entendemos que a falta de especificação sobre o componente curricular pode representar uma fragilidade destes estudos primários, pois a falta dessa informação dificulta possíveis reproduções destes trabalhos com instrumentos semelhantes em cenários próximos aos apresentados, até no sentido de comparação dos resultados.

Este trabalho, se comparado ao MS de Beal e Garcia (2019) realizado com artigos entre 2010 e 2019, amplia a busca, trazendo resultados para os anos posteriores. Este mapeamento também busca encontrar toda e qualquer TUI para pessoas com deficiência visual, não se restringindo a ferramentas relacionadas com alfabetização e letramento de Braille, como acontece no trabalho de Beal e Garcia (2019). Um ponto interessante do trabalho de Beal e Garcia, é que, com base nos achados, são listadas as recomendações úteis para orientar a implementação de TUIs para cegos. De forma semelhante ao que concluímos a partir dos nossos achados, Beal e Garcia também sugerem que ainda pouco se pesquisa e se produz em termos de TUI para o ensino de pessoas com deficiência.

Outra compreensão interessante é que as TUIs podem ser, desde as mais artesanais construídas com materiais mais simples, até as mais elaboradas associadas às tecnologias digitais. Nesse sentido, reforça-se a importância da formação de profissionais com diversas habilidades, sejam elas técnicas, pedagógicas e/ou multidisciplinares. Dentre esses profissionais, estão os engenheiros de computação que, segundo Prado (2020), têm grande responsabilidade no desenvolvimento de diversos hardwares e sistemas que ofereçam novas

possibilidades para as pessoas com deficiência. Aliado aos resultados obtidos no mapeamento apresentado, percebe-se que existe um espaço a ser explorado para o desenvolvimento de estudos que ofereçam interfaces tangíveis para os ambientes escolares e de formação docente, assim como de trabalhos que versem sobre as temáticas de acessibilidade e inclusão.

## 5. Considerações Finais

Neste trabalho, foram apresentados e discutidos os resultados de um mapeamento sistemático conduzido com o objetivo de sumarizar e classificar estudos publicados nos últimos 10 anos sobre as interfaces tangíveis utilizadas para apoiar o ensino e a aprendizagem de pessoas com deficiência visual, bem como apontar as lacunas. Para nortear a pesquisa, foram definidas, inicialmente, questões para serem respondidas através dos resultados do mapeamento. Tivemos como questão primária (QP1): "Quais ferramentas tangíveis foram criadas para pessoas com deficiência visual para uso no contexto educacional, no período de 2011 a 2021", e como questões secundárias: (QP2): "Quais tecnologias utilizadas nestas ferramentas?", (QP3): "Para quais componentes curriculares essas ferramentas estão direcionadas?", (QP4): "Qual a distribuição dos estudos por ano?" e (QP5): "Qual a distribuição dos estudos por país/região?".

A partir das questões, foram definidas e refinadas *strings* de busca para o filtro e pesquisas iniciais. Este processo do mapeamento já teve início com o levantamento prévio de artigos importantes para a compreensão da temática e de trabalhos próximos a esta proposta. Após o início do processo de busca nos repositórios pré-definidos, conseguimos um total de 77 trabalhos encontrados, dos quais selecionamos 24 artigos.

Durante a etapa de busca dos artigos, identificamos alguns pontos que consideramos como fragilidades da pesquisa. A seleção dos trabalhos foi realizada, inicialmente, através da leitura do título e do resumo dos artigos, por esse motivo é possível que algum trabalho, com contribuições interessantes ao longo do texto e não no título e resumo, possa ter sido excluído do mapeamento. A não leitura de todo o artigo durante o início da busca também nos deixa sucessíveis a não clareza de alguns resumos. Em situações desse tipo, realizava-se a leitura completa do texto. Um outro fator que apresenta ameaças à validade da pesquisa é que os resultados dos artigos retornados podem ser afetados pelos repositórios de busca, assim como pelos fatores humanos na extração e classificação dos trabalhos.

Como resultado do mapeamento, conseguimos identificar 24 ferramentas tangíveis voltadas para o ensino de pessoas com deficiência visual. Estas ferramentas se destinam em

sua maioria para o ensino de Mapas táteis, que, além da educação sobre espaço geográfico, visam permitir a compreensão de representações visuais através de recursos táteis. Em segundo lugar, temos que boa parte das TUIs foram utilizadas para a Alfabetização em Braille, contribuindo para ampliar a autonomia das pessoas. Em terceiro lugar, temos as TUIs utilizadas para o ensino de conceitos básicos de Programação. Também conseguimos perceber que uma tecnologia que predomina nesse escopo de estudo são as mesas iterativas, principalmente no que se refere ao ensino de mapas táteis. Uma outra tecnologia comum a algumas ferramentas foi a utilização de blocos de madeira, bastante utilizados nas TUIs voltadas ao ensino de programação.

Apesar de ter um percentual alto de publicações no Brasil comparado ao total de artigos encontrados no mapeamento, esse número ainda é pequeno e representa apenas 8 trabalhos nos últimos 10 anos, sugerindo que pouco se pesquisa e se produz em termos de interfaces tangíveis digitais ou não digitais para pessoas com deficiência visual.

Dentro do contexto de computação, encontramos alguns trabalhos que falam sobre o uso de ferramentas tangíveis no escopo da programação. O mapeamento nos mostrou que, dos 5 artigos que falam sobre programação, 2 estão ligados à disciplina de Pensamento Computacional, 1 a disciplina de Informática, 1 a disciplina de Programação e apenas 1 não especifica para qual componente curricular está direcionado. Entendemos que ainda existe um grande espaço para que pesquisas sejam desenvolvidas na área de computação e os trabalhos encontrados, bem como este mapeamento, podem servir como primeiro passo para conhecer estas interfaces e pensar em novas pesquisas e publicações relacionadas.

## Referências

- Battistella, L. R., & de Brito, C. M. M. (2002). Classificação internacional de funcionalidade (CIF). *Acta Fisiátrica*, 9(2), 98-101.
- Beal, F., & García, L. S. (2019). Mapeamento Sistemático sobre Interfaces Tangíveis para apoiar o ensino do Braille. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 30(1), 1131.
- Brasil. (2017). Data reafirma os direitos das pessoas com deficiência visual. Ministério da Educação. Brasília - DF. <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/202-264937351/58391-data-reafirma-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-visual>
- Brasil. (2020). Decreto nº 10.502, de 30 de setembro de 2020. Institui a Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida. Presidência da República. Diário Oficial da União: Seção 1, Edição 189, p. 6. Brasília - DF. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.502-de-30-de-setembro-de-2020-280529948>

- Brasil. (2021). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da Educação Básica 2020: notas estatísticas. Brasília - DF.
- Brasil. (2022). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da Educação Básica 2021: notas estatísticas. Brasília - DF.
- Brasil. (2023). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: Pessoas com Deficiência 2022. Brasília - DF. [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/0a9afaed04d79830f73a16136dba23b9.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0a9afaed04d79830f73a16136dba23b9.pdf)
- Brasil. (2019). Ministério da Educação. Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia.
- Conselho Brasileiro de Oftalmologia. (1999). Sociedade Brasileira de Visão Subnormal Conselho Brasileiro de Oftalmologia. Parecer técnico: Visão Monocular. Conselho Brasileiro de Oftalmologia.
- Costa, A. A. A., & Sardenberg, C. M. B. (1993). Rede Regional Norte e Nordeste de Estudos e Pesquisas sobre a mulher e relações de gênero. *Revista brasileira de enfermagem*, 46, 171-175.
- Dermeval, D., Coelho, J. A. D. M., & Bittencourt, I. I. (2020). Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. In P. A. Jaques, S. Siqueira, I. G. Bittencourt, & M. Pimentel (Org.). *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa*. Porto Alegre: SBC.
- Dourish, P. (2001). *Where the action is: the foundations of embodied interaction*. MIT press.
- Ducasse, J. (2016). Construction and exploration of an interactive and collaborative map for the visually impaired. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, (114), 29-35.
- Falbo, R. A. (2018). Mapeamento sistemático. Retrieved October, 7.
- Falcão, T. P., & Gomes, A. S. (2007). Interfaces tangíveis para a educação. In *Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie) 1(1)*, 579-589.
- Gil, M. (2000). *Deficiência Visual*. Ministério da Educação - Secretaria de Educação a distância. Brasília - DF.
- Hoyles, C., & Noss, R. (1999). Playing with (and without) words. In *Proceedings of the seventh European logo conference Eurologo*, 99, 18-29.
- Ishii, H. (2008). Tangible bits: beyond pixels. In *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. xv-xxv).
- Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*, 234-241.
- Kitchenham, B. A., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*.

- Lotlikar, P., Pathak, D., & Herold, P. C. (2020). Tangible Flowchart Blocks for Fostering Logical Thinking in Visually Impaired Learners. In 2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (pp. 266-268). IEEE.
- Maher, R. R., Baqai, A., & Jan, M. (2018, April). Cost effective framework for implementing elementary education for visually impaired. In 2018 5th International Multi-Topic ICT Conference (IMTIC) (pp. 1-7). IEEE.
- Mantoan, M. T. E. (2003). *Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer*. São Paulo: Moderna.
- Marshall, P., Price, S., & Rogers, Y. (2003). Conceptualising tangibles to support learning. In Proceedings of the 2003 conference on Interaction design and children, 101-109.
- Ministério da Saúde. (2016). *Diretrizes de Atenção à Saúde Ocular na Infância: detecção e intervenção precoce para a prevenção de deficiências visuais*. Brasília - DF.
- Moreira, E., & Baranauskas, M. C. (2015). Tecnologias tangíveis e vestíveis como recursos para ambiente inclusivo: uma revisão sistemática. In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 26, 842.
- Neto, A. D. O. S., Ávila, É. G., & Sale, T. R. R., Amorim, S. S., Nunes, A. K., & Santos, V. M. (2018). Educação inclusiva: uma escola para todos. *Revista Educação Especial*, 31(60), 81-92.
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Prado Júnior, F. J. (2020). Engenharia de computação e tecnologias assistivas: recursos de acessibilidade ao computador para pessoas com deficiência motora.
- Raposo, P. N., & MólL, G. D. S. (2010). A diversidade para aprender conceitos científicos: a ressignificação do ensino de ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. *Ensino de Química em foco*. Ijuí: Edit. Unijuí, 287-312.
- Reis, A. V., & Gonçalves, B. S. (2016). Interfaces Tangíveis: Conceituação e Avaliação. *Estudos em Design*, 24(2).
- Sabuncuoglu, A. (2020, February). Tangible music programming blocks for visually impaired children. In Proceedings of the Fourteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, 423-429.
- Silva, F. C. P. D. (2015). Percepção tátil de objetos do cotidiano: estudo de caso no reconhecimento de formas geométricas e representação gráfica de cegos congênitos.
- Silva, F. C. P., Ulbricht, V. R., & Padovani, S. (2015). Interfaces Tangíveis no processo de representação gráfica de cegos congênitos na aplicação de Objetos de Aprendizagem.
- Souza, D. M., Batista, M. D. S., & Barbosa, E. F. (2016). Problemas e Dificuldades no ensino e na Aprendizagem de Programação: Um mapeamento sistemático. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 24(1), 39-52.
- Ventorini, S. E. (2007). A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual.

- Viana, C., & Raabe, A. (2019). AlgoMixer: Explorando designs para interface tangível de algoritmos sonoros. In Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 8(1), 465.
- Wataya, R. S., D'Abreu, J. V., Kirner, C., & Bernardi, N. (2013). Realidade Aumentada com em um Mapa Tátil Sonoro para Deficientes Visuais: um sistema de interação. In Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2(1).
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering, 1-10.
- Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005). Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, 859-868.