



Desenvolvimento de softwares ou aplicativos para pessoas com paralisia cerebral e suas implicações na aprendizagem de Ciências da Natureza e Matemática: metanálise por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura

Development of software or applications for people with cerebral palsy and its implications for learning Natural Sciences and Mathematics: meta-analysis through a Systematic Literature Review

Dilson Ferreira Ribeiro¹



<https://orcid.org/0000-0002-0777-9796>



<http://lattes.cnpq.br/1909808501277506>

Isabel Cristina Machado de Lara²



<https://orcid.org/0000-0002-0574-8590>



<http://lattes.cnpq.br/8350544815405059>

RESUMO

Este artigo apresenta uma metanálise por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre softwares ou aplicativos que beneficiam o processo de aprendizagem de pessoas com paralisia cerebral (PC) nas áreas de Ciências da Natureza ou Matemática. Objetiva investigar as implicações no desenvolvimento de recursos de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista, idealizados para atenuar as dificuldades impostas pela deficiência. Por meio da combinação de 13 descritores, foram realizadas 54 buscas em 10 bases de dados nacionais e internacionais. Após esse processo, uma tese, oito dissertações e quatro artigos constituíram o corpus de análise categorizado por meio da Análise Textual Discursiva. O desenvolvimento da revisão evidenciou que são poucas as produções que envolvem essa temática. A análise constatou alguns benefícios desses recursos, minimizando as barreiras impostas pela deficiência. Contudo, traz à tona a necessidade de os idealizadores de aplicativos ou softwares compreenderem as condições físicas e cognitivas de pessoas com PC.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem em Ciências e Matemática; Tecnologia Computacional; Paralisia Cerebral.

ABSTRACT

This article presents a meta-analysis through a Systematic Literature Review on software or applications that benefit the learning process of people with cerebral palsy (CP) in the areas of Natural Sciences or Mathematics.

¹ Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: dilsondf@gmail.com

² Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: isabel.lara@pucrs.br



It aims to investigate the implications in the development of Augmented, Virtual or Mixed Reality resources, designed to ease the difficulties imposed by disability. By combining 13 descriptors, 54 searches were carried out in 10 national and international databases. After this process, a thesis, eight dissertations and four articles constituted the corpus of analysis categorized through Discursive Textual Analysis. The development of the review shows that there are few productions involving this theme. The analysis found some benefits of these resources, minimizing the barriers imposed by disability. However, it brings up the need for application or software creators to understand the physical and cognitive conditions of people with CP.

Keywords: *Teaching and learning in Science and Mathematics; Computer Technology; Cerebral Palsy.*

1. INTRODUÇÃO

Em se tratando de ensino para pessoas com deficiência, um dos primeiros fatores a ser considerado é a ocorrência de propostas que ultrapassem as dificuldades muitas vezes vivenciadas por pessoas que possuem alguma deficiência. Para isso, a criação de estratégias, materiais adaptados ou recursos podem compor caminhos apropriados para que todos consigam aprender de forma mais equânime. Para Mantoan (1997, p. 164): "A aplicação de tal estratégia pode permitir que o aluno deficiente³ seja reconhecido entre os outros e [...] realize as mesmas atividades que os outros, sempre buscando atingir os objetivos específicos ao seu caso.". Nesse sentido, uma das estratégias pode ser a utilização de softwares ou aplicativos de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista que venham a minimizar as barreiras impostas pela deficiência.

Em se tratando de pessoas com Paralisia Cerebral (PC), as especificidades são "[...] psicomotoras resultantes de uma lesão do sistema nervoso central. Geralmente [...] possuem movimentos involuntários, espasmos musculares repentinos, fenômeno chamado de espasticidade." (Macedo, 2008, p. 128). No entanto, essas pessoas podem ou não apresentar dificuldades de aprendizagem.

Desse modo, segundo alguns autores do campo da Neurociências, como Ciasca (2015) e Rotta (2018), o estímulo a processos de exploração e desafios pode propiciar o acesso a novos conhecimentos e, dessa forma, "[...] quanto mais estimulada uma criança for, mais complexo será o desenvolvimento de seu sistema nervoso." (Cosenza; Guerra, 2011, p. 34). Sendo assim, a deficiência não pode ser o ponto principal no desenvolvimento de propostas de ensino, mas apenas um dos fatores a ser considerados em ideias que devem valorizar, em primeiro lugar, as habilidades do estudante.

Em se tratando do desenvolvimento de softwares ou aplicativos, o uso dessa tecnologia pode ser um dos fatores que auxiliam na busca por uma eficácia do ensino para estudantes com PC. Para isso, utiliza-se o termo tecnologia informatizada em meio a abordagem de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista. No entanto, é válido destacar que diversos outros recursos podem ser considerados tecnologias já que para Merlo e Assis (2010, p. 48), "[...] uma tecnologia deve comunicar à mente humana ideias que permitem o processo de interação por meio de ações e operações. Sendo assim, régua, compasso e 'computador', são como qualquer outro objeto, [...] tecnologias [...]"

³ No decorrer do texto, em citações diretas ou títulos de produções, apresentam-se termos em desuso como portador ou pessoa deficiente. O objetivo foi manter a escrita do referencial utilizado mesmo entendendo que, segundo Sasaki (2003, p. 6): "A condição de ter uma deficiência faz parte da pessoa e esta pessoa não porta sua deficiência".



A Realidade Aumentada (RA) pode ser, para Ribeiro, Guterres e Silveira (2020, p. 45): “[...] uma estratégia que pode propiciar aos alunos o estabelecimento de relações, através de meios digitais pela aproximação da matemática com elementos do cotidiano [...]”. Os autores ainda destacam que a Realidade Virtual (RV) “[...] permite a imersão de um usuário, em tempo real, em um ambiente virtual tridimensional, ou seja, diferentemente da RA que potencializa o ambiente real, a RV suprime o espaço físico, utilizando apenas o ambiente sintético.” (Ribeiro, Guterres, Silveira, 2020, p. 44). Desse modo, a utilização desses recursos está diretamente articulada com a relação de elementos do cotidiano que proporcionam o acesso a novos conhecimentos.

Em relação ao ambiente de sala de aula, a utilização de dispositivos móveis com essa tecnologia pode ser uma estratégia que possibilita “[...] uma postura mais ativa dos estudantes, que visualizam e compartilham as suas experiências entre si [...]” (De Almeida; Lima; Borges, 2019 apud Ribeiro, Guterres, Silveira, 2020, p. 54). Nessa forma de propor uma postura mais participativa do estudante, seu protagonismo torna-se necessário para desenvolver propostas na perspectiva do ensino inclusivo em que todos, independentemente de sua condição, devem ser levados em consideração.

Diante dessas considerações, o objetivo deste artigo, que faz parte de um projeto de pesquisa desenvolvido com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), é realizar uma metanálise utilizando como método uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Esse método auxilia na investigação sobre as implicações do desenvolvimento de aplicativos ou softwares de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista idealizados para atenuar as dificuldades impostas pela deficiência motora ou cognitiva de pessoas com PC, durante o desenvolvimento de propostas de ensino nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática. As etapas para desenvolver esse método são baseadas em Pickering e Byrne (2013). A análise das produções encontradas foi realizada por meio do método da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2014).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os dados aqui apresentados estruturam uma RSL que constitui “[...] uma revisão planejada para responder a uma pergunta específica e que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos, e para coletar e analisar os dados destes estudos incluídos na revisão.” (Castro, 2001, p. 1). Na análise dos dados encontrados, utilizou-se como método a metanálise a qual, segundo Castro (2001, p. 1) “[...] é o método estatístico utilizado na revisão sistemática para integrar os resultados dos estudos concluídos.”, permitindo dessa forma maior consistência na apresentação dos dados encontrados.

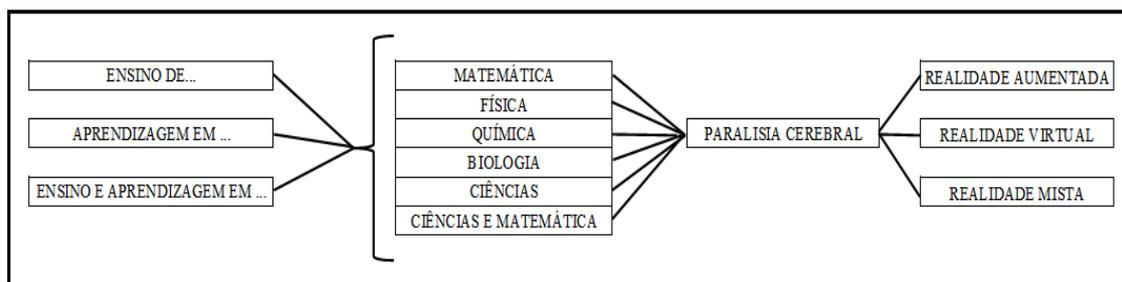
A RSL, de acordo com Pickering e Byrne (2013) segue 15 etapas, sendo a primeira a definição do tema de pesquisa e, a segunda a formulação da pergunta que vai orientar as buscas. Nesta RSL, a pergunta elaborada foi: Em produções na área de Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação (TDCI), Educação Matemática ou Ensino de Ciências da Natureza e Matemática, quais as implicações do desenvolvimento de softwares ou aplicativos de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista para auxiliar pessoas com PC no acesso a novos conhecimentos, facilitando a aprendizagem nas áreas de Ciências da Natureza ou Matemática?

Na terceira etapa ocorre a escolha dos descritores para inserir nos campos de busca das bases a serem selecionadas. Para esta investigação, foram escolhidos descritores que permitissem o encontro de produções sobre ensino ou aprendizagem em áreas voltadas para Matemática e Ciências



da Natureza. Nesse último campo, foram considerados os descritores: Física; Química; e Biologia separadamente. As produções encontradas devem estabelecer relação entre PC e o desenvolvimento de aplicativos ou softwares de Realidade Aumentada, Realidade Mista ou Realidade Virtual. A Figura 1 apresenta a forma como esses descritores foram combinados.

Figura 1 – Combinações entre os descritores utilizados nas buscas.



Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com a imagem, pode ser percebido que ocorreram quatro grupos de descritores contendo três descritores no primeiro grupo, seis no segundo, um apenas no terceiro e mais três no último grupo. Após a combinação entre esses descritores, foi possível encontrar 54 possibilidades diferentes de realizar as buscas em cada base selecionada. Embora não apresentado na Figura 1, nas bases internacionais esses mesmos descritores foram inseridos em Língua Inglesa.

Em seguida, a quarta etapa destinou-se à seleção das bases de dados. Foram selecionadas dez bases com produções nacionais e internacionais contendo dissertações, teses e artigos acadêmicos que atendessem o objetivo aqui proposto. As bases nacionais foram a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e o Catálogo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de teses e dissertações. Essas foram escolhidas por apresentarem todas as produções de pesquisas no âmbito nacional. As bases internacionais selecionadas tiveram como critério de escolha o fato de estarem ligadas ao ensino e aprendizagem. As bases foram: Scientific Electronic Library Online (SCIELO); Institute of Education Sciences (ERIC); The Networked Digital Library of Theses and Dissertations (NDLTD); SCOPUS e Science Direct, da Elsevier; PUBMED da National Library of Medicine; Web of Science, da Clarivate e IEEE Xplorer Digital Library.

A quinta etapa estabelece os critérios de inclusão e exclusão das produções encontradas. Nessa etapa, foi adotado como critério de inclusão, selecionar as produções encontradas que estabelecem relação com o desenvolvimento de aplicativos ou softwares de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista no ensino de Ciências da Natureza e/ou Matemática para pessoas com PC. As produções excluídas estavam fora desse campo de estudo. Após a realização das buscas, foram encontradas algumas produções. Em cada base, o fator tempo ou ano em que a produção foi realizada não foi levado em consideração e, na busca pelos descritores, a investigação considerou todas as partes dos documentos, não delimitando-se apenas ao título ou resumo. Em seguida, a sexta etapa da RSL refere-se ao agrupamento das produções encontradas.

De acordo com a Tabela 1, durante as buscas ocorreu a necessidade de realizar, na maioria das bases, o refinamento. Para isso levou-se em consideração a área de concentração da produção encontrada. Nesse critério, foram selecionadas produções que tivessem relacionadas com as



seguintes áreas de pesquisa: Educação; Ensino; Ensino de Ciências da Natureza e Matemática; Aprendizagem em Ciências da Natureza e Matemática; Ciências da Computação; Educação Especial; e Educação Inclusiva. As demais áreas foram estabelecidas como critério de exclusão e, por essa razão, contribuíram para a quantidade de produções encontradas após o refinamento. Ainda no critério de refinamento, foram excluídas produções que não fossem artigos científicos avaliados por pares, dissertações ou teses. Assim, a Tabela 1 apresenta, em cada base, o número de produções selecionadas após o refinamento.

Tabela 1 – Número de produções encontradas durante as buscas.

Bases	Durante a Busca	Após o refinamento
BDTD	23	23
Catálogo CAPES	216	60
Scielo	1	1
Scopus	13752	585
NDLTD	176	42
PUBMED	59	44
IEEE Xplorer	62	51
Science Direct	76	38
ERIC	7	6
Web of Science	510	127
Total	14882	977

Fonte: Elaborada pelos autores.

A sétima etapa refere-se à leitura preliminar de títulos e resumos e, quando necessário, de toda a pesquisa para a seleção de produções que atendam aos objetivos da RSL e contemplem a pergunta de pesquisa anunciada na segunda etapa. Nas etapas oito e nove, ocorre a revisão desses critérios de exclusão e de inclusão e, por meio da décima etapa, é feita a organização das produções utilizando processos numéricos. Na execução dessas três etapas seguidas é possível, de acordo com a Tabela 2, perceber os campos de pesquisa das quais fizeram parte as produções escolhidas. Essa percepção é facilmente compreendida por meio de seu agrupamento em subcategorias e, posteriormente, por categorias.

**Tabela 2** – Subcategorias e categorias das produções encontrada.

Subcategorias	Nº de produções	Categorias (nº de produções)
Saúde ou Educação Física	313	
Medicina	215	
Psicologia	15	Saúde ou Medicina (563)
Medicina Veterinária	14	
Síndromes ou Transtornos	6	
Ciências da Computação	180	
Tecnologias na Educação	78	Ciência da Computação (258)
Educação Especial	39	
Educação	44	
Ensino ou Aprendizagem	29	
Formação de Professores	5	Educação ou Ensino (125)
Políticas de Ensino	5	
Ensino de Ciências Exatas	3	
Comunicação	9	Comunicação (9)
Bioestatística	1	
Estatística	8	Estatística (9)
Organização de Eventos ou RSL.	13	Eventos (13)
Total	977	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Esse agrupamento contempla as etapas de onze a quinze da RSL que se destinam a desenvolver um banco de dados, refinando o número de produções mediante leitura preliminar. Para isso, revisou-se os critérios de inclusão e exclusão e, posteriormente, reorganizou-se a base de dados. Na análise das produções, a metodologia utilizada foi a ATD que segundo Moraes e Galiazzi (2014, p. 14) faz “[...] parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos que examinamos.”. Para os autores, essa metodologia que pode partir tanto de categorias *a priori* ou emergentes, é composta pela desmontagem dos textos por meio de excertos, estabelecendo relações e permitindo que o pesquisador assuma a autoria do processo ao interpretar e categorizar os dados encontrados. As produções selecionadas para análise podem ser observadas no Quadro 1 a seguir. Na codificação, escolheu-se: “T” para teses; “A” para artigos e “D” para dissertações.

**Quadro 1** – Produções selecionadas para a análise.

<i>Código</i>	<i>Título</i>	<i>Autor(a)/Orientador(a)</i>	<i>Instituição ou periódico/ano</i>	<i>Base de dados</i>
<i>T1</i>	<i>Ambientes de comunicação alternativos com base na Realidade Aumentada para crianças com paralisia cerebral: uma proposta de currículo em ação</i>	<i>Tania Rossi Garbin / José Armando Valente</i>	<i>PUC-SP / 2008</i>	<i>BDTD / Catálogo CAPES</i>
<i>D1</i>	<i>O computador como ferramenta auxiliar no processo ensino-aprendizagem para alunos portadores de paralisia cerebral</i>	<i>Ana Maria Cordeiro Vogt / Silvana Bernardes</i>	<i>UFSC / 2001</i>	<i>BDTD</i>
<i>D2</i>	<i>Modalidades de mediação na interação entre sujeitos com paralisia cerebral em ambientes digitais de aprendizagem</i>	<i>Edilma Machado de Lima / Lucila Maria Costi Santarosa</i>	<i>UFRGS / 2010</i>	<i>BDTD</i>
<i>D3</i>	<i>A tecnologia assistiva como recurso à inclusão escolar de crianças com paralisia cerebral</i>	<i>Ana Cristina de Jesus Alves / Thelma Simões Matsukura</i>	<i>UFSC / 2009</i>	<i>BDTD / Catálogo CAPES</i>
<i>D4</i>	<i>Desenvolvimento de ambiente virtual para reabilitação de crianças com paralisia cerebral</i>	<i>Juliana Martins de Oliveira / Victor Hugo Costa de Albuquerque</i>	<i>UNIFOR / 2015</i>	<i>BDTD / Catálogo CAPES</i>
<i>D5</i>	<i>Efeitos de um programa com jogos virtuais na aquisição de habilidades psicomotoras de crianças com paralisia cerebral</i>	<i>Vanessa da Silva Almeida / Rita de Cassio Tiberio Araújo</i>	<i>UNESP / 2016</i>	<i>Catálogo CAPES</i>
<i>D6</i>	<i>Exergames como tecnologia assistiva a estudantes com paralisia cerebral</i>	<i>Elaine de Oliveira Santos / Manoel Osmar Seabra Jr.</i>	<i>UNESP / 2018</i>	<i>Catálogo CAPES</i>
<i>D7</i>	<i>The use of technology to minimize learning barriers for learners with cerebral palsy</i>	<i>Soené Botha / Dr. M. Mihai</i>	<i>UP - University for Pretoria / 2021</i>	<i>NDLTD</i>
<i>D8</i>	<i>Design guidelines for assistive mathematics learning aids for children with cerebral palsy</i>	<i>Aratrika Roy / Sheng – Fen Chien</i>	<i>NCKU - National Cheng Kung University / 2013</i>	<i>NDLTD</i>

Fonte: Elaborada pelos autores.



Quadro 1 – Produções selecionadas para a análise.

<i>Código</i>	<i>Título</i>	<i>Autor(a)/Orientador(a)</i>	<i>Instituição ou periódico/ano</i>	<i>Base de dados</i>
A1	<i>Facilitators, barriers and recommendations on the use of Information and Communication Technologies by adults with cerebral palsy in Brazil</i>	<i>Ivan Carlos Curioso-Vilchez</i>	<i>RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação / 2020</i>	<i>Scopus</i>
A2	<i>Virtual Reality and Its Applications in Education: Survey</i>	<i>Dorota Kaminska, Tomasz Sapinski, Sławomir Wiak, Toomas Tikk, Rain Eric Haamer,</i>	<i>Information / 2019</i>	<i>Scopus</i>
A3	<i>Sensory Stimuli in Gaming Interaction</i>	<i>Egils Avots, Ahmed Helmi, Cagri Ozcinar, Gholamreza Anbarjafari</i>	<i>IEEE Games Media Entertainment/</i>	<i>IEE Explorer</i>
A4	<i>The potential of games in the intervention for children with cerebral palsy</i>	<i>Eliza Oliveira, Glauco Sousa, Tatiana Aires Tavares, Patricia Tanner</i>	<i>2014</i>	<i>Web of Science</i>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para Pickering e Byrne (2013) as quatro últimas etapas consistem em: a) verificar os dados obtidos nos estágios anteriores e esboçar algumas conclusões; b) realizar a escrita dos resultados; c) escrever o resumo a introdução e a conclusão; d) revisar os estágios anteriores.

As seções seguintes apresentam a análise das produções por meio da ATD e as principais considerações que contemplam o objetivo proposto.

3 A SISTEMATIZAÇÃO E O PROCESSO DE ANÁLISE

A análise das produções selecionadas foi realizada por meio do estudo de quatro temas, quais sejam: a) Contexto das pesquisas; b) Objetivos; c) Principais considerações dos autores; d) Conclusões. No agrupamento de 220 excertos emergiram 64 categorias iniciais que deram origem a 17 categorias finais as quais são apresentadas nas subseções a seguir.

3.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

A análise referente ao contexto das pesquisas selecionadas ocorreu com o objetivo de compreender em que ambiente foi necessário desenvolver os estudos, para quais situações ou até mesmo saber se o público envolvido pertencia à escola ou à comunidade em geral. A Tabela 3, a seguir, apresenta as categorias iniciais e finais que emergiram após a análise.

**Tabela 3** – Categorias iniciais e finais quanto ao contexto da pesquisa.

Categorias Iniciais	Número de excertos	Categorias Finais
Atividades escolares	5	
Adaptações em jogo	2	
Auxílio por meio da tecnologia	2	
Reabilitação	2	Recursos Tecnológicos
Ambientes virtuais de aprendizagem	1	
O jogo	1	
Estudantes da Educação Básica	7	
Estudantes de escola especializada	2	
Cuidadores	1	
Pessoas fora da escola	1	Participantes da Pesquisa
Professores	1	
Coleta de dados presencial e virtual	1	
Dificuldades impostas pela deficiência	2	Barreiras da Deficiência
Avaliação da aprendizagem	1	Aprendizagem Matemática
Realidade Virtual	1	
Neurociências	1	Revisão de Literatura
Utilização de jogos	1	
Total de excertos	32	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante o processo de análise, verificou-se que a tese e as dissertações encontradas foram pesquisas desenvolvidas com estudantes da Educação Básica com idades a partir dos quatro anos. Esses estudantes eram de escolas regulares. Na produção A4 o estudo contou com a participação de apenas três estudantes e em apenas duas das produções, D7 e D8, os estudos foram realizados em escolas especializadas em atender pessoas com deficiência.

Assim, a ideia de que a sala de aula em escolas regulares é constituída por pessoas cada vez mais heterogêneas permite ressaltar a “[...] integração [das] diferenças numa unidade que não as anula, mas que ativa o potencial criativo da interação entre os sujeitos e destes com seus contextos.” (Carvalho, 2014, p. 15). No entanto, os autores dos artigos A1, A2 e A3 detiveram-se em discussões



quanto à utilização de recursos tecnológicos e, embora visassem sua utilização em sala de aula, não apresentaram como participantes diretos dos estudos, estudantes da Educação Básica.

Na leitura das dissertações: D3; D6; e D7, e dos artigos selecionados, foi percebido que os recursos tecnológicos são fundamentais para estabelecer a eficácia do ensino e da aprendizagem de pessoas com PC, suprimindo alguma dificuldade de aprendizagem que esses estudantes tenham devido à sua condição. Para o autor do artigo A3, a pesquisa abordou “[...] recursos explorando a interação do jogo e o potencial dos estímulos sensoriais.” (Oliveira *et. al.*, 2014, p. 1). Nesse contexto, os autores dos artigos A1, bem como do artigo A3, contribuem para que futuros projetistas tenham a necessidade de compreender algumas especificidades de pessoas com PC como o comprometimento: na fala; nos movimentos; na motricidade.

A citação extraída da dissertação D6: “O importante é considerar a participação dos estudantes com Paralisia Cerebral na execução dos *Exergames*, apesar das dificuldades motoras.” (Santos, 2018, p. 5), permite compreender a perspectiva de inclusão de todos no universo da tecnologia. Essa perspectiva pode ser confirmada quando pessoas com limitações nos movimentos são o ponto principal para desenvolver jogos classificados como *exergames* que tratam de uma “[...] classe de jogos que utiliza o movimento humano para interagir com o game.” (Ferreira; Francisco, 2017, p. 1179). Essa valorização por desenvolver habilidades de movimento está presente quando esse recurso visa o “[...] auxílio ao tratamento de reabilitação motora e cognitiva de crianças entre 4 e 8 anos com paralisia cerebral.” (Oliveira, 2015, p. 68), oportunizando, conforme a autora da D4, o desenvolvimento de pesquisas que valorizem não apenas a aprendizagem, mas a possibilidade da reabilitação do movimento.

A proposta de uma revisão de literatura no campo da Neurociências, Realidade Virtual e jogos esteve presente nos artigos A2 e A3. Mesmo se tratando de uma revisão de literatura, foram consideradas para análise por compreender-se que nesse tipo de investigação é possível encontrar um referencial teórico que convirja com esta proposta.

Diante da análise sobre o contexto das produções selecionadas, foi possível perceber que a maioria desses estudos tem por objetivo encontrar possibilidades para que pessoas com PC possam ser incluídas em atividades que muitas vezes são pensadas para outros indivíduos que não possuem alguma limitação física ou cognitiva. Essa inclusão utiliza como recurso a tecnologia informatizada, conforme pode ser percebido na análise dos objetivos apresentada na subseção a seguir.

3.2 OS OBJETIVOS DAS PRODUÇÕES

Durante a análise das produções selecionadas, duas categorias finais emergiram a partir de dez categorias iniciais. Nessas categorias é possível perceber o desenvolvimento de estratégias para que recursos tecnológicos sejam adequados às especificidades de pessoas com dificuldades no movimento ou na fala, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4** – Categorias iniciais e finais quanto aos objetivos das produções.

Categorias Iniciais	Número de excertos	Categorias Finais
Considerações na elaboração de recursos de tecnologia informatizada	2	
Recursos informatizados para todos	2	Inclusão na Tecnologia Informatizada
<i>Exergames</i> em estratégias de ensino	1	
Tecnologia assistiva aliada na aprendizagem	1	
Interatividade e aprendizagem	3	
A Realidade Virtual como moderadora na aprendizagem	1	
Tecnologia assistiva na escolarização	1	
Realidade Virtual e reabilitação	1	Utilização de Tecnologia Informatizada
Habilidades por meio de jogos	1	
Vídeo Game e psicomotricidade	1	
Realidade Aumentada e Comunicação	1	
Total de excertos	15	

Fonte: Elaborada pelos autores.

No grupo de excertos que apresenta o tema sobre inclusão na tecnologia informatizada, levou-se em consideração a necessidade em “[...] discutir a importância da criação de jogos que considerem crianças com paralisia cerebral.” (Oliveira *et. al.*, 2014, p. 1). O referido objetivo, presente em A3 vai convergir com as propostas encontradas em outras produções como: A1; A4; D7; D8. Nessa convergência, a necessidade em desenvolver como estratégia, recursos informatizados para todos e levando em consideração a condição de cada pessoa.

Estudos nessa área mostram “[...] a eficácia dessa estratégia na capacidade dos alunos de resolver problemas básicos de adição com somas até 20.” (Avant; Heller, 2011, p. 309). Sendo assim, é compreensível o quanto a interação entre pessoas e máquinas pode facilitar o aprendizado já que, de acordo com Heidrich e Rotta (2018): “[...] é possível a adaptação de máquinas, produtos e sistemas a populações com problemas de mobilidade para melhorar o seu desempenho, transformando incapacidades em meras diferenças de execução, porém com médias de desempenho semelhantes às das pessoas comuns.” (p. 109).

Na aproximação entre o desenvolvimento de softwares ou aplicativos e a aprendizagem em Matemática, os estudos analisados exploram “[...] necessidades, requisitos e áreas problemáticas por trás [da] aprendizagem matemática com o objetivo de desenvolver um conjunto de diretrizes



para projetar auxílios de aprendizagem de matemática assistida para eles.” (Roy, 2013, p. ii). Nesse desenvolvimento de diretrizes, está presente a necessidade de pessoas, capazes em desenvolver recursos informatizados, conhecer não apenas as especificidades de pessoas com PC, mas suas habilidades.

Para tanto, T1 têm como proposta a utilização de tecnologia informatizada com o objetivo de “[...] propor uma forma alternativa de comunicação para crianças com paralisia cerebral utilizando sistemas de Realidade Aumentada e com base na teoria da complexidade. (Garbin, 2008, p. VII). Sobre a teoria da complexidade, Morin (1983) propõe ultrapassar as barreiras entre as diferentes áreas do saber por meio do diálogo entre as partes envolvidas, considerando que: “O mundo que a ciência quer conhecer tem de ser um mundo objetivo, independente do seu observador [...]” (Morin, 1983, p.17). Para isso, valoriza-se a sensibilidade dos pesquisadores. Nesse sentido, deve-se levar em consideração que pessoas com deficiência possuem habilidades como qualquer outro indivíduo.

Sendo assim, os objetivos de pesquisa das produções analisadas consideram relevantes o desenvolvimento de tecnologias de Realidade Virtual ou Aumentada, bem como a utilização de tecnologias assistivas que auxiliam “[...] as habilidades ou funções pessoais comprometidas pela deficiência, geralmente relacionadas às funções motoras, funções visuais, funções auditivas e/ou funções comunicativas.” (Galvão Filho, 2013, p. 8-9). Nessa perspectiva, a inclusão de pessoas com PC na utilização dessas tecnologias e o desenvolvimento de recursos tecnológicos que permitam a essas pessoas o desenvolvimento de habilidades muitas vezes tolhida pela falta de recursos ou oportunidades, estão presente nas produções analisadas.

As principais considerações feitas pelos pesquisadores durante seu processo de construção serão apresentadas na subseção a seguir.

3.3 AS PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES DOS PESQUISADORES

Nesta subseção, o objetivo da análise destacou pontos relevantes encontrados pelos pesquisadores durante a realização de suas produções. Portanto, a Tabela 5 apresenta as categorias iniciais e finais que sintetizam as ideias ou considerações feitas pelos pesquisadores.

**Tabela 5** – Categorias iniciais e finais quanto as principais considerações.

Categorias Iniciais	Número de excertos	Categorias Finais
Escola para todos	2	
Recursos digitais	7	Aprendizagem
Vencer barreiras	6	
Oralidade	4	
Leitores de tela	1	Comunicação
Escrita	1	
Locomoção	2	
Minimizar barreiras	15	
Motricidade	10	
Realidade Virtual	2	Desafios
Reconhecer habilidades	2	
Vencer rótulos	6	
Sensibilidade	5	
Tecnologia Assistiva	4	Estímulo
Tecnologia Informatizada	6	
Tecnologia moderadora	8	
As mesmas oportunidades	2	Moderação
Difícil acesso	1	Falta de Recursos
Interação social	5	Relações Sociais
Total de excertos	89	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante a leitura realizada nas produções selecionadas, os autores do A2 apresentaram como relevância o fato de “[...] professores frequentemente [enfrentarem] a indisponibilidade de tecnologias modernas que estão atualmente em uso no mercado, como ferramentas caras usadas em robótica.” (Kaminska, et al., 2019, p. 3). Essa consideração não é fator principal presente nas demais produções, mas é oportuno salientar que isso é uma dificuldade presente na realidade brasileira em muitas instituições de ensino. Essa dificuldade pode ser sanada, por exemplo, mediante a articulação de propostas de ensino e políticas públicas.

Na utilização de recursos informatizados, é possível perceber nas produções A1, D2, D3 e D6 a oportunidade em promover a interação social entre todos, haja vista o fato de algumas especificidades de pessoas com PC, como movimento ou fala, serem superadas mediante alguns



recursos que substituam o movimento. Cita-se, por exemplo, os *exergames* que, conforme consta na D6, oportunizam a “[...] socialização e motivação para praticar atividades motoras complexas.” (Santos, 2018, p. 16), já que esses jogos “[...] caracterizam-se pela interação ativa do jogador em relação ao controle e a execução das tarefas exigidas pelos jogos.” (Santos, 2018, p. 16).

Assim, oferecer a mesma oportunidade para todos os estudantes participarem, sejam esses com qualquer deficiência ou não, permite o encontro de uma tecnologia, intitulada nesta análise como moderadora, e percebida nas seguintes produções: A1; A4; D5; D7 e T1. De acordo com a autora da D2, “O uso do computador possibilita ao educando autonomia para buscar, selecionar e interrelacionar as informações que lhe forem significativas.” (Lima, 2010, p. 19), oferecendo de forma equânime um ambiente com recursos que possibilite, por vezes, a independência das pessoas com deficiência. Conforme apresentado pela autora da D2 e pela autora da T1, esses recursos devem ser pautados nas condições reais das pessoas com deficiência. Para isso, a utilização de tecnologia assistiva como caminho que estimule a aprendizagem de todos foi um fator relevante na análise.

No artigo A3 e nas dissertações D3, D4, D5, D6, D7 e D8 os autores foram incisivos em relação à utilização de tecnologias e incentivo ao estímulo das habilidades das pessoas com PC. Quanto ao termo assistiva, considera-se esse como “[...] recursos que auxiliam os indivíduos a desempenhar atividades funcionais e reabilitativa a tecnologia usada como uma ferramenta de remediação ou reabilitação, não exercendo papel na vida diária e funcional do indivíduo.” (Alves, 2009, p. 23). Nessa perspectiva, Santos (2018, p. 5) questiona: “[...] quais adaptações de estratégias de ensino são necessárias para que os usuários com Paralisia Cerebral utilizem os *Exergames* como Tecnologia Assistiva?”. Essas considerações levam ao entendimento de que há a necessidade de produzir tecnologia assistiva para pessoas com PC, ideia essa corroborada no A4 e na D6, quando destacada a importância de considerar as dificuldades motoras dessas pessoas.

Para se trabalhar com recursos que exijam habilidades de movimento ou qualquer outra que seja uma dificuldade para pessoas com PC, é necessário levar-se em consideração o fato de que em determinados momentos durante aulas de Matemática, “[...] alunos com deficiência física [...] têm dificuldade em manipular objetos concretos ou com precisão, movendo os dedos para contar.” (Avant; Heller, 2011, p. 310). Para isso, é conveniente estimular essa pessoa a desenvolver atividades que oportunizem a realização de tarefas cada vez mais próximas da realidade de pessoas que não têm PC.

Essa estimulação ou ativação de uma área cortical, de acordo com Relvas (2015, p. 35) “[...] provoca alterações também em outras áreas, pois o cérebro não funciona como regiões isoladas. Isso ocorre em virtude da existência de um grande número de vias de associações, precisamente organizadas, atuando nas duas direções.”. Assim, mesmo considerando as condições impostas pela deficiência, o estímulo pode desenvolver regiões cerebrais que supram algumas dessas dificuldades.

Nesse desenvolvimento, a Neurociências destaca a plasticidade cerebral como a “[...] capacidade de permitir a flexibilidade do cérebro normal e, conseqüentemente, a cognição.” (Relvas, 2015, p.106). Essa ideia vai ao encontro de propostas de ensino que utilizem recursos os quais ofereçam às pessoas com PC melhores condições em desenvolver seus sentidos.

Nas concepções de Oliveira *et. al.* (2014, p. 2): “O uso desses aparatos tecnológicos pode proporcionar às crianças com deficiência experiências prazerosas em ambientes seguros, por sua vez, possibilitando que o paciente assuma riscos e tente sem medo atingir seus objetivos.”. Nessa



proposta, ocorre a necessidade em desenvolver sistemas de computação, conforme descrito pelas autoras do A3, que estejam proximalmente ligados com elementos físicos e ambientes de Realidade Virtual.

Para isso, a análise realizada nas produções destacou a sensibilidade relacionada com “[...] a facilitação da promoção de estímulos para capacidades perceptuais e motoras que melhoram o desempenho humano[...]” (Oliveira; Cardoso; Lamounier Jr, 2009 apud Almeida, 2016, p. 20). Nessa ideia, o desenvolvimento de propostas de estímulo motor e do desenvolvimento de habilidades intelectuais podem ser fatores relevantes na elaboração de recursos como aplicativos ou softwares que tenham como objetivo proporcionar melhores condições para o desenvolvimento da aprendizagem de pessoas com PC.

No entanto, em se tratando de aprendizagem, as produções analisadas enfatizam que a vontade ou a necessidade de aprender, por parte dos estudantes com deficiência física, motivam educadores e pesquisadores a desenvolverem ferramentas ou estratégias que facilitam o processo de ensino. Essa vontade, conforme analisado na dissertação D8 e no artigo A4, pode estar presente no simples ato de aprender a contar utilizando os dedos.

Para Roy (2013, p. ii), torna-se difícil utilizar os dedos para contar “[...] por causa da deficiência motora, que é uma importante causa de dificuldades de aprendizagem de matemática em crianças com paralisia cerebral.”. Nessas concepções torna-se presente a necessidade em relacionar os processos de aprendizagem com o corpo, devido ao fato de que existem pesquisas que tratam a “[...] influência das capacidades motoras sobre desenvolvimento aritmético [focando] predominantemente na associação entre o uso de dedos e a contagem.” (Rooijen; Verhoeven; Steenbergen, 2010, p. 203).

De forma pontual, a produção D8 apresentou algumas sugestões de recursos, dentre eles: calculadoras falantes; canetas inteligentes que transcrevem do papel para a tela do computador; o Khatemala que é um sistema de gravação e produção de voz que auxilia a pessoa com deficiência; e o aplicativo Mathemagics que são aplicativos disponíveis no Google e que beneficiam a aprendizagem de pessoas com PC, reportando novamente a associação entre dificuldades motoras e o processo de contar nos dedos. Na produção D2 encontrou-se o Eduquito que é uma plataforma de acessibilidade digital, mas não é especificamente criada para o ensino de Ciências da Natureza ou Matemática. Outra produção que apresentou uma sugestão foi o A4 que trouxe um estudo com base no TouchMath que tem como proposta substituir o processo de contar nos dedos pela contagem de pontos que relacionam a quantidade com a representação alfanumérica.

Diante dessas considerações, a análise das produções ressaltou a necessidade em vencer barreiras ao propor a criação de recursos que minimizem as dificuldades encontradas por pessoas com PC no momento da aprendizagem, conforme pode ser observado nas produções A2, A4, D5 e D8. Sobre essas dificuldades, o autor do A1 e o autor da D7 mencionam sobre a forma de comunicação ou as alternativas utilizadas por pessoas com PC para que consigam se comunicar. Nesse destaque, ocorrem estratégias que utilizam desde a escrita como forma de comunicação, leitores de tela para pessoas que devido à PC tenham dificuldades na visão, até mesmo recursos de Realidade Virtual que possibilitem melhorias na fala conforme destacado pelo autor do A1.

Sobre esse conjunto de fatores que mencionam alternativas que possibilitam a comunicação entre todos e a utilização de recursos que permitam melhor eficácia na aprendizagem de pessoas com PC,



a análise destacou os desafios na criação desses recursos. Nesses desafios foram encontrados não apenas barreiras físicas impostas pela dificuldade na motricidade ou por ambientes que proporcionem melhor locomoção dessas pessoas, mas outras criadas pela sociedade. Dentre os desafios a serem vencidos está o rótulo, muitas vezes imposto pela condição física a qual transparece mais do que as qualidades ou habilidades que pessoas com PC têm.

Na análise, foi possível perceber que 11 das 13 produções analisadas destacam a necessidade em vencer os desafios impostos pela deficiência e que, nesse fator está a principal causa do desenvolvimento de pesquisas nessa área. Dessa forma, conforme citou Vogt (2001, p. 2): "O uso do computador no auxílio à educação para crianças com necessidades educativas especiais não acabará com todas as barreiras, mas poderá torná-las mais fáceis de serem superadas, sejam elas físicas, sociais ou pessoais.". No excerto em destaque, levou-se em consideração o ano em que a autora desenvolveu seu estudo e, dessa forma, a presença contínua sobre os desafios que devem ser vencidos em se tratando de propor estratégias ou recursos de ensino para pessoas com PC.

De acordo com Curioso-Vilches (2021, p. 65), um desses desafios pode estar presente nas "[...] dificuldades no uso de alguns recursos de acessibilidade [...] como reconhecimento de voz, uso de lupa, sensores de movimento, preditores de palavras e leitores de tela.". Diante do que foi citado, o entendimento de que elaborar recursos informatizados, como aplicativos ou softwares, devem levar em consideração as múltiplas deficiências que possam vir a aparecer quando se está projetando algo pensando em um grupo de pessoas que, conforme pode ser percebido nas escolas, está cada vez mais heterogêneo.

Essa diversidade pode estar no "[...] encontro com o outro, com o estranho, com o diferente [...]. É um problema pedagógico e curricular [...] numa sociedade em que a identidade se torna cada vez mais difusa e descentrada." (Silva; Hall; Woodward; 2014, p. 97). Sendo assim, a busca por minimizar barreiras, desconstruir rótulos e reconhecer habilidades torna-se fator fundamental em propostas de pesquisas as quais desejam oportunizar para pessoas com PC, vivências que estejam cada vez mais próximas da realidade das demais pessoas sem deficiência.

Uma das estratégias para vencer esses desafios, de acordo com a autora da D4, pode estar na criação de ambientes virtuais que motivem o interesse e a confiança das pessoas com PC. Esses ambientes, segundo Oliveira *et. al.* (2014, p. 3) "[...] podem proporcionar a essas crianças situações prazerosas onde podem descobrir suas próprias capacidades físicas e a forma mais eficaz de interagir com seu ambiente externo."

Sendo assim, a análise das produções selecionadas levou em consideração a relevância em utilizar recursos informatizados que permitam melhor comunicação entre todas as pessoas, estimulem suas habilidades e permitam melhor relacionamento social. No entanto, a necessidade em vencer os desafios impostos pela deficiência é um dos pilares essenciais, presentes em quase todas as produções analisadas e, conforme será apresentado na seção seguinte, servirá de fio condutor para analisar as principais conclusões das pesquisas aqui selecionadas e, dessa forma, tentar encontrar fatores convergentes e divergentes nesses estudos.



3.4 AS CONCLUSÕES ENCONTRADAS

Durante a análise das produções selecionadas, no recorte feito para as principais conclusões que os pesquisadores alcançaram, 17 categorias iniciais emergiram por meio da análise de 84 excertos. Na aproximação dessas categorias, a análise encontrou três categorias finais conforme pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Categorias iniciais e finais quanto as conclusões das produções analisadas.

Categorias Iniciais	Número de excertos	Categorias Finais
Aprendizagem e autonomia	13	
Aprendizagem e comunicação	7	
Articulação entre ambientes	1	
Moderação	3	
Inclusão	8	
Interação sedutora	3	Benefícios
Jogos virtuais	12	
Reabilitação motora	2	
Realidade Aumentada	1	
Realidade Virtual	5	
Recursos	3	
Condição física	4	Dificuldades
Conhecer os recursos	1	
Ações necessárias	8	
Aperfeiçoar recursos	10	Sugestões
Raciocínio visuoespacial	1	
Recursos em sala de aula	2	
Total de excertos	84	

Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com a leitura realizada em A1, A4 e D8, a dificuldade destacada pelos pesquisadores está na elaboração de softwares ou aplicativos ou qualquer outro tipo de jogo eletrônico que leve em consideração a condição física das pessoas com PC. Em relação à aprendizagem em Matemática, Roy (2013, p. ii) enfatiza que “[...] os resultados mostraram que a incapacidade de usar práticas de contagem de dedos afeta de fato as habilidades de resolução de problemas das crianças.”. Nessa perspectiva, Rooijen, Verhoeven e Steenbergen (2010, p. 203) apresentam “[...] pesquisas sobre a



influência das capacidades motoras sobre desenvolvimento aritmético [focadas] predominantemente na associação entre o uso dos dedos e a contagem.". Diante disso, esses dados permitem a constatação de que hábitos considerados triviais para qualquer estudante pode ser um empecilho ou uma barreira para pessoas com PC.

Sendo assim, pesquisadores apontam benefícios e sugestões no desenvolvimento de tecnologia informatizada as quais implicam em melhorias na aprendizagem, sendo essas as duas categorias finais que sintetizam as principais conclusões encontradas na análise das produções.

Sobre os benefícios, com exceção das produções D4, D5 e D6, todas as demais apontam fatores positivos para a utilização de recursos informatizados ao propor estratégias de ensino para pessoas com PC. Nessas propostas, ocorrem o desenvolvimento de ações que, conforme a autora da D2, podem obter "[...] resultados significativos tanto na aprendizagem quanto na autoestima desses sujeitos [...]" (Lima, 2010, p. 7). Nesses resultados, um dos fatores positivos é a independência do estudante com PC ao ser permitida "[...] a realização de ações, como as de poder escrever, expressar ideias e desenvolver atividades habituais que se retratam em atos de segurar talheres, copos, lápis, papel, entre outros." (Vogt, 2001, p.108). Na aproximação dessas ideias emerge a categoria inicial: Aprendizagem e Autonomia que junto com a categoria inicial: Jogos virtuais, agrupam a maior parte dos excertos deste bloco de análise.

Sobre os jogos virtuais, os vídeos games ganham espaço como simuladores de ambientes reais. De acordo com a autora da D5, esses ambientes propõem melhora dos participantes em relação à organização espacial "[...] já que o vídeo game possibilita vivenciar estas experiências [...] em um ambiente controlado e supervisionado, que não coloca o jogador [...] em risco." (Almeida, 2016, p. 67).

Nos ambientes de Realidade Aumentada, segundo Garbin (2008, p. 199): "[...] a criança torna-se livre para experimentar as sensações e criar. A interface permite que a criança com paralisia cerebral estabeleça novas conexões e, através da ação (comportamento natural) ocorra à interação.". Essa ideia, presente em T1, mostra o ambiente de Realidade Aumentada como recurso que possibilita o desenvolvimento de atividades antes consideradas impossíveis como "[...] redigir uma frase, demonstrar seus pensamentos e desejos através de símbolos, letras, palavras e sons." (Garbin, 2008, p. 195-196). Nessas considerações, emergiu outra categoria inicial intitulada: Aprendizagem e Comunicação, apresentando o chamado Ambiente de Comunicação Assistiva de Realidade Aumentada (AMCARA) como um dos principais recursos para o desenvolvimento de ações benéficas que propiciam a aprendizagem de pessoas com PC.

O AMCARA, de acordo com a autora da T1, possibilita a utilização de softwares por crianças com PC, permitindo a realização de "[...] atividades curriculares com comunicação alternativa e realidade aumentada via os recursos de TECLADO, PLACAS DE CONTROLE E MARCADORES." (Garbin, 2008, p. 161, grifos do autor). Para isso, a utilização desses recursos permite crianças com limitações físicas escrever por meio da utilização de símbolos utilizando, por exemplo, o Boardmaker que é um software que "[...] permite a utilização dos símbolos para a produção de pranchas de comunicação." (Garbin, 2008, p. 174), destacando a utilização de recursos visuais.

Na utilização desses recursos, outro fator benéfico, conforme A3, é a utilização do jogo como estímulo para a aprendizagem. A associação entre recursos informatizados e jogos permite concluir que "[...]os jogos de RV proporcionaram aos participantes uma forma de motivação intrínseca,



controle interno, suspensão da realidade e um elemento de diversão.” (Oliveira *et. al.*, 2014, p. 6). Nessa perspectiva, ocorre o destaque à categoria Interação Sedutora. Entre os excertos que constituíram essa categoria destaca-se que “[...] projetar a interação do jogo é também escolher os melhores estímulos para melhorar o desempenho dos jogadores.” (Oliveira *et. al.*, 2014, p. 8). Sendo assim, as “[...] interações sedutoras podem encorajar as pessoas a serem mais ativas ou engajadas [...] porque inspiram as pessoas a fazer algo que normalmente não fariam para satisfazer sua curiosidade. (Anderson, 2011, apud Oliveira *et. al.*, 2014, p. 9).

Na convergência dessas ideias, alguns pesquisadores apontam que “[...] a RV é uma forma eficiente e promissora de promover maior envolvimento social [permitindo] que crianças com PC apresentem aumento da autoestima.” (Oliveira *et. al.*, 2014, p. 6), sendo esse um fator atenuante na emergência de outra categoria inicial intitulada Inclusão. Outrossim, a categoria final Benefícios apresenta como fator principal a articulação entre o desenvolvimento de softwares ou programas de computadores que sejam moderadores e inclusivos quando tratados temas referentes à aprendizagem de pessoas com PC. No entanto, as produções analisadas apontam a necessidade de melhorias na elaboração desses recursos e, para isso, são necessárias algumas considerações.

Na necessidade de aperfeiçoar recursos ou adequar comandos para pessoas com alguma limitação física ou cognitiva, as produções A1, A3, A4, D3, D6 e D8 contribuíram na análise para a emergência de algumas categorias iniciais. Para Roy (2013, p. ii): “Espera-se que pesquisas subsequentes avaliem ainda mais os critérios de design para orientar o desenvolvimento de recursos avançados de aprendizagem de matemática [...]”, melhorando a aprendizagem dessas pessoas. Por meio desse e de outros excertos, emergiu a categoria inicial Aperfeiçoar Recursos. Na aproximação dessas ideias, os pesquisadores foram pontuais ao indicar a necessidade da melhoria ou adaptação dos recursos utilizados em jogos ou qualquer outro software ou aplicativo a ser desenvolvido.

Nesses destaques, a utilização de comandos de repetição que, segundo consta na D8, facilita a utilização do software ou a apresentação de esquemas simples de controles não requerendo “[...] várias ações simultâneas, [evitando] entradas repetidas [...]” (Oliveira *et. al.*, 2014, p. 7). Em consequência disso, a não exigência de “[...] botões de liberação consecutiva e rápida ou automatizar a entrada do jogador e ter certeza de antecipar as intenções do jogador.” (Oliveira *et. al.*, 2014, p. 7). Essa última consideração vai ao encontro da necessidade em minimizar o número de decisões, bem como diminuir a exigência de raciocínio visuoespacial.

No entanto, o agrupamento de excertos permitiu a emergência de uma outra categoria inicial intitulada Recursos em sala de aula. Nessa categoria inicial, considerou-se o fato desses recursos serem utilizados na sala de aula, “[...] para que o aluno possa fazer uso dos mesmos de acordo com suas necessidades, para responder e acompanhar às diferentes dinâmicas e atividades que ocorrem durante as aulas.” (Alves, 2009, p. 96). Nessas afirmações, as produções envolvidas convergem para fatores relacionados com a inclusão que, nas palavras de Mittler (2003, p. 21), “[...] é uma visão, uma estrada a ser vigiada, mas uma estrada sem fim, com todos os tipos de barreiras e obstáculos, alguns dos quais estão em nossas mentes e em nossos corações.”

Por essa razão, a aproximação desses excertos foi responsável por emergir a categoria final Sugestões, destacando a necessidade de melhorias ou adaptações nos comandos ou design de softwares desenvolvidos para serem utilizados por pessoas com PC.



Dessa forma, a análise das conclusões permitiu apresentar, por meio das produções selecionadas, benefícios, sugestões e possíveis dificuldades a serem encontradas quando proposta a criação de aplicativos ou softwares voltados para pessoas com alguma dificuldade, seja física ou cognitiva, em decorrência da PC.

4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Este artigo apresentou uma metanálise por meio de uma RSL. O objetivo foi investigar quais as implicações no desenvolvimento de aplicativos ou softwares de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista idealizados para atenuar as dificuldades impostas pela deficiência física ou cognitiva de pessoas com PC, durante o desenvolvimento de propostas de ensino nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática. Nessa abordagem, levou-se em consideração a aprendizagem de Matemática ou Ciências da Natureza, incluindo subáreas, quais sejam: Física, Química e Biologia. Após a investigação nas bases apresentadas, verificou-se que muitos recursos de tecnologia informatizada foram desenvolvidos por áreas da saúde e cujo foco estavam na reabilitação motora, no desenvolvimento da fala e até mesmo no controle de movimentos, ou espasmos.

Na análise das pesquisas selecionadas, foi possível perceber que os pesquisadores trataram com relevância temas referentes a articulação entre a utilização de recursos tecnológicos e a condição física ou cognitiva de pessoas com PC, inclusas nos processos de ensino e de aprendizagem.

Na leitura dessas produções, verificou-se que há a necessidade de construção/criação de jogos de Realidade Virtual que levem em consideração as dificuldades motoras ou cognitivas. Nesse ambiente virtual, um dos fatores positivos em destaque foi a imersão das pessoas com limitações físicas em um ambiente que lhes propiciasse a realização de ações que seriam impossíveis no mundo real. Essa imersão, segundo os autores, mostra o potencial da Realidade Virtual para a melhora no processo de aprendizagem e permite de tal forma que pessoas com PC possam desenvolver atividades da mesma forma que outras pessoas sem essa deficiência.

Ainda durante a análise, foi possível verificar em algumas pesquisas a relevância à falta de acesso à tecnologia, seja por problemas de infraestrutura ou por falta de conhecimento dos profissionais da área da Educação. Ademais, a análise destacou a necessidade dos idealizadores de softwares ou aplicativos em conhecer as especificidades e as habilidades das pessoas com PC para que possam criar aplicativos ou softwares adequados a esse público.

No entanto, não foram encontrados aplicativos ou softwares de Realidade Aumentada, Virtual ou Mista desenvolvidos especificamente para campos como a Física, a Química e a Biologia e com funcionalidades que levassem em consideração as especificidades de pessoas com PC. Na área da Matemática, foram encontrados alguns recursos, mas direcionados basicamente para os primeiros anos da Educação Básica, no processo inicial de contagem e no desenvolvimento de operações básicas. Temas direcionados para as séries finais do Ensino Fundamental ou Ensino Médio não foram encontrados. Isso permite concluir o quão necessário se faz o desenvolvimento de softwares ou aplicativos que atendam a essa demanda.

Para finalizar, é relevante destacar que se tivéssemos a combinação de outros descritores e a utilização de outras bases, as produções encontradas para a análise poderiam ser outras e, dessa forma, ocorreriam outras conclusões.



5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. S. **Efeitos de um programa com jogos virtuais na aquisição de habilidades psicomotoras de crianças com Paralisia Cerebral**. 2016. 151f. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137777>. Acesso em: 11 jun. 2022.
- ALVES, A. C. de J. **A tecnologia assistiva como recurso à inclusão escolar de crianças com paralisia cerebral**. 2009. 168f. Dissertação (Centro de Educação e Ciências Humanas - Programa de Pós-Graduação em Educação Especial) UFSCAR. São Carlos, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3010>. Acesso em: 11 jun. 2022.
- AVANT, M. J. T., HELLER, K. W. Examining the Effectiveness of TouchMath With Students With Physical Disabilities. **Remedial and Special Education**. n. 32. v. 4. 2011. pp. 309-321. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0741932510362198>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- CARVALHO, R. E. **Escola Inclusiva: A reorganização do trabalho pedagógico**. 6. ed. Porto Alegre: Mediação, 2014.
- CASTRO, A. A. **Revisão sistemática e meta-análise**. 2001. Disponível em: <http://www.usinadepesquisa.com/metodologia/wp-content/uploads/2010/08/meta1.pdf> . Acesso em: 01 jun. 2018.
- CIASCA, S. M. et al. **Transtornos de aprendizagem: Neurociência e interdisciplinaridade**. Ribeirão Preto, SP: Book Toy, 2015.
- COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- CURIOSO-VILCHEZ, Iván Carlos. Facilitadores, barreras y recomendaciones sobre el uso de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación por adultos con parálisis cerebral en Brasil. **RISTI**, Porto, n. 43, p. 55-74, set. 2021 . Disponível em: <https://doi.org/10.17013/risti.43.55-74>. Acesso em: 05 Abr. 2024.
- FERREIRA, A. R., FRANCISCO, D. J. Explorando o potencial dos jogos digitais: Uma revisão sobre a utilização dos exergames na educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**. v. 12. n. 2. pp. 1177-1193. ago/2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21723/riaee.v12.n.esp.2.10288>. Acesso em: 04 ago. 2022.
- GALVÃO FILHO, T. A. A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. In: **Revista da FAGED - Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade**, Salvador, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2013. Disponível em: http://www.galvaofilho.net/TA_desafios.htm. Acesso em: 04 ago. 2022.
- GARBIN, T. R. **Ambientes de comunicação alternativos com base na realidade aumentada para crianças com paralisia cerebral: uma proposta de currículo em ação**. 2008. 225 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/10072>. Acesso em: 11 jun. 2022.



HEIDRICH, R. de O.; ROTTA, N. T. Brain-Computer interface como auxílio na aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; BRIDI FILHO, C. A.; BRIDI, F. R. S. (Orgs.). **Plasticidade cerebral e Aprendizagem: Abordagem Multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2018. p. 101-111.

KAMINSKA, D. et al. Virtual Reality and Its Applications in Education: Survey. **Information**. v. 10. n. 318. 2019. pp. 1-20. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2078-2489/10/10/318>. Acesso em: 10 jun. 2022.

LIMA, E. M. **Modalidades de mediação na interação entre sujeitos com paralisia cerebral em ambientes digitais de aprendizagem**. 2010. 123f. Dissertação (Faculdade de Educação – Programa de Pós-Graduação em Educação) – UFRGS. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/21855>. Acesso em: 11 jun. 2022.

MACEDO, P. C. M. Deficiência Física Congênita e Saúde Mental. **Revista SBPH**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 127-139, Dez. 2008. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-08582008000200011. Acesso em: 08 out. 2017.

MANTOAN, M.T.E. **A integração de pessoas com deficiência**: Contribuições para uma reflexão sobre o tema. São Paulo: Memnon, 1997.

MERLO, C. A., ASSIS, R. T. DE. O uso da informática no ensino da Matemática. **Revista Científica do Centro Universitário de Jales**. 2010, n. IV, p. 41-67. Disponível em: <https://www.unijales.edu.br/reuni-antigo/4a-edicao-2010>. Acesso em: 31 out. 2019.

MITTLER, P. **Educação Inclusiva**: Contextos Sociais. Porto Alegre: Artmed, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

MORIN, E. **O Problema Epistemológico da Complexidade**. Portugal: Publicação Europa América, 1983.

OLIVEIRA, E. *et al.* Sensory stimuli in gaming interaction: The potential of games in the intervention for children with cerebral palsy. **IEEE Games Media Entertainment**. 2014. pp. 1-8. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7243758>. Acesso em: 06 jul. 2022.

OLIVEIRA, J. M. de. **Desenvolvimento De Ambiente Virtual Para Reabilitação De Crianças Com Paralisia Cerebral**. Dissertação (Programa de pós-graduação em Informática Aplicada) – INIFOR. Fortaleza, 2015. 99f. Disponível em: <https://uol.unifor.br/oul/ObraBdtdSiteTrazer.do?method=trazer&ns=true&obraCodigo=96521#>. Acesso em: 11 jun. 2022.

PICKERING, C.; BYRNE, J. The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early career researchers. **Higher Education Research and Development**, v. 33, n. 3, 534-548, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07294360.2013.841651>. Acesso em: 04 ago. 2022.

RELVAS, M. P. **Neurociência e Transtornos de Aprendizagem**: As múltiplas eficiências para uma educação inclusiva. 6. ed. Rio de Janeiro: Walk Editora, 2015.

RIBEIRO, L. O. M., GUTERRES, L. X., SILVEIRA, D. N. O uso da realidade aumentada com dispositivos móveis na educação matemática como potência na geometria espacial. **Plurais**



Revista Multidisciplinar, N. 5 V. 2, pp. 40-57. 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.29378/plurais.2447-9373.2020.v5.n2.8922>. Acesso em: 04 ago. 2022.

ROOIJEN, M. V.; VERHOEVEN, L.; STEENBERGEN, B. Early numeracy in cerebral palsy: review and future research. **U.S. National Library of Medicine, Bethesda**, p. 202-209, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21087241>. Acesso em: 20 maio. 2018.

ROY, A. **Design guidelines for assistive mathematics learning aids for children with cerebral palsy**. 2013. 73f. Dissertação (Institute of Creative Industries Design Master Thesis) – National Cheng Kung University, Cheng Kung, 2013. Disponível em: <https://etds.ncl.edu.tw/cgi-binbin/g32/gsweb.cgi/ccd=JMgdJs/webmge?switchlang=en>. Acesso em: 11 jun. 2022.

SANTOS, E. de O. **Exergames como Tecnologia Assistiva a estudante com paralisia cerebral**. 2018. 132 f. Dissertação (Faculdade de Ciências e Tecnologia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191591>. Acesso em: 11 jun. 2022.

SASSAKI, R. K. Como chamar as pessoas que têm deficiência? In: **Vida Independente: história, movimento, liderança, conceito, filosofia e fundamentos**. São Paulo: RNR, 2003. p. 12-16.

SILVA, T. T. da.; HALL, S.; WOODWARD, K. **Identidade e Diferença: A perspectiva dos estudos Culturais**. 15. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

VOGT, A. M. **O computador como ferramenta auxiliar no processo ensino-aprendizagem para alunos portadores de paralisia cerebral**. 2001. 148f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção – Educação a distância) – UFSC. Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79501>. Acesso em: 11 jun. 2022.

Submissão: 15/04/2024

Aceito: 26/09/2025