



SEÇÃO ENSAIOS E REVISÕES DE LITERATURA

A Cultura *Maker* na educação em Ciências para pessoas com deficiência visual: um mapeamento do cenário brasileiro

Maker Culture to the Science Education for visual impaired people: a study of the Brazilian scenario

Priscila Valdênia dos Santos¹

Daniel de Jesus Melo dos Santos²

Waldson Marcelo dos Santos Silva³

RESUMO

Nas últimas décadas, devido ao aprimoramento das políticas de inclusão, tais como o Programa Universidade para Todos, o Prouni, e a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, o Brasil tem observado um número cada vez maior de pessoas com deficiência que acessam as escolas regulares, universidades e mercado de trabalho. No contexto educacional, o Censo Escolar do Ministério da Educação e Cultura revelou que, dos estudantes com deficiência matriculados no Ensino Médio, aproximadamente 15% possuíam algum tipo de deficiência visual na ocasião. Cenário parecido foi revelado pelo Censo da Educação Superior. Dessa forma, faz-se necessário repensar metodologias e ferramentas que visem à inclusão educacional desse público, permitindo-lhe exercer sua cidadania de maneira plena e viver em sociedade com autonomia. Neste sentido, a educação científica e tecnológica para essas pessoas pode contribuir em sua formação enquanto sujeitos críticos e reflexivos, capazes de questionar e modificar o meio em que estão inseridos. No entanto, o que se tem observado é que as aulas de Ciências da Natureza, de maneira geral, estão permeadas por linguagem excessivamente visual e metodologias prioritariamente expositivas, o que impõe barreiras comunicacionais e atitudinais que impedem a efetiva participação e aprendizado de pessoas com deficiência visual. Diante desse cenário, este trabalho tem por objetivo verificar de que maneira a Cultura *Maker* na educação tem sido utilizada em aulas de Ciências para esses sujeitos no contexto da sala de aula brasileira. Por meio de um mapeamento em importantes bancos de dados de trabalhos científicos, verificou-se que elementos da Cultura *Maker* têm sido utilizados em aulas de Ciências no Brasil na última década com o intuito principal de desenvolver recursos de tecnologias assistivas alternativas e financeiramente mais acessíveis. O amplo potencial da Cultura *Maker*, enquanto prática de ensino e aprendizagem pautada no aprender fazendo, permanece pouco explorado no contexto da educação em Ciências para pessoas com deficiência visual no país.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Deficiência Visual. Inclusão. Educação Especial.

1 Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Doutora em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Email: priscilavs65@ufrb.edu.br

2 Escola Estadual Pedro Calmon

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

Email: danielmelo84@hotmail.com

3 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Doutor em Física pela Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Email: waldsonmarceloss@yahoo.com.br



ABSTRACT

In recent decades, due to the improvement of inclusion policies, such as Programa Universidade para Todos, Prouni, and Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, Brazil has observed an increasing number of people with disabilities accessing common schools, universities and the labour market. In the educational context, the Censo Escolar by Ministério da Educação e Cultura revealed that among students with disabilities enrolled in high school, approximately 15% had some type of visual impairment at the time. A similar scenario was revealed by Censo da Educação Superior. In this way, it is necessary to rethink methods and tools aimed at the educational inclusion of this public, allowing them to fully exercise their citizenship and live in society with autonomy. In this sense, scientific and technological education for these people can contribute to their formation as critical and reflective subjects, capable of questioning and modifying the environment in which they are inserted. However, what has been observed is that Natural Sciences classes, in general, are permeated by excessively visual language and primarily expository methods, which impose communicational and attitudinal barriers that prevent the effective participation and learning of people with visual disabilities. In this sense, this work aims to verify how Maker Culture in education has been used in Science classes for these individuals in the context of the Brazilian classroom. Through a mapping in important databases of scientific works, it was verified that elements of the Maker Culture have been used in Science classes in Brazil in the last decade with the main intention of developing resources of alternative and more financially accessible assistive technologies. The broad potential of Culture Maker, as a teaching and learning practice based on learning by doing, remains little explored in the context of science education for people with visual impairments in the country.

Keywords: Science Teaching. Visual Impairment. Inclusion. Active Methodologies.

Introdução

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), de número 13.146, de 6 de julho de 2015 (Brasil, 2015), estabelece que as pessoas com deficiência têm pleno direito de participar da escola regular em igualdade de oportunidades com seus pares, reforçando o que já definia a Constituição Federal Brasileira, em seu artigo 206, quando afirma que “[...] o ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: I – igualdade de condições para o acesso e permanência na escola” (Brasil, [1988], p. 34). Adicionalmente, o Estatuto da Pessoa com Deficiência, no Artigo 27, pontua que:

A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem (Brasil, 2015, livro I, título II, cap. IV, art. 27).

Dessa forma, entende-se que a inclusão escolar das pessoas com deficiência no contexto educacional brasileiro está amplamente assegurada por meio de leis, regulamentos e estatutos; mas tal inclusão ainda não tem sido observada em sua plenitude, conforme indica Laraia (2009). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, há

a necessidade de um sistema educacional inclusivo, que facilite a inserção de todos, sem distinção de condições linguísticas, sensoriais, cognitivas, físicas, emocionais, étnicas, socioeconômicas, um sistema educacional planejado



e organizado para dar conta da diversidade dos alunos e oferecer respostas adequadas às suas características e necessidades específicas (Brasil, 1998, p. 17).

É necessário, então, que se desenvolvam ações que permitam a inclusão efetiva de alunos com deficiência no ensino regular, já que, como considera Lacueva (1997), a diversidade constitui uma vantagem social, uma vez que, a partir do contato e da interação uns com os outros, os sujeitos podem aprender e evoluir, tanto no que diz respeito aos repertórios linguístico e cognitivo quanto do ponto de vista da sua socialização.

Conforme Camargo (2016), as Ciências, de maneira geral, utilizam de forma ampla as referências visuais, o que tem constituído barreiras comunicacionais no aprendizado de estudantes com deficiência visual (DV), dificultando sua inclusão nas aulas e sua alfabetização científico-tecnológica (ACT). Compromete-se, assim, o exercício pleno da cidadania por parte desses sujeitos. Para o autor, é urgente pensar em estratégias que tornem as aulas de Ciências acessíveis a estudantes dos mais diferentes perfis, considerando o que seja comum a todos na sala de aula regular e o que é específico para aqueles com deficiência e/ou necessidades educacionais específicas.

De acordo com Fourez (1997), o significado de ACT indica saberes, capacidades ou competências que vão além do saber ler e escrever do passado. Conforme o autor, a ACT, além disso, possibilita a formação de uma cidadania pensante e ativa no processo de formação social, cultural e pessoal. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo principal verificar as possíveis contribuições da chamada *Cultura Maker* na inclusão de estudantes com deficiência visual em aulas de Ciências nos diferentes níveis de ensino. Tendo despontado no contexto educacional no final da década de 2000, a *Cultura Maker* é pautada no retorno à aprendizagem “mão na massa” e parte do pressuposto de que o estudante é um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Diante do exposto, a pesquisa aqui apresentada caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico, mais especificamente como um mapeamento, por intermédio do qual foram identificados trabalhos que abordam o ensino de Ciências em uma perspectiva inclusiva, para alunos cegos e de baixa visão, com a mediação de elementos da *Cultura Maker* aplicados à educação. Os trabalhos foram analisados e categorizados de acordo com sua contribuição em relato de experiência ou proposta didática e fornecem um panorama da pesquisa em ensino de Ciências com abordagem inclusiva e do ponto de vista das metodologias ativas no Brasil na última década.

2 A Cultura *Maker* na educação e o estudante com deficiência visual

O surgimento da *Cultura Maker* deu-se no final da década de 1970, a partir do desenvolvimento do primeiro computador pessoal. Unindo elementos como contracultura, tecno-



logia e bricolagem, ela caracterizava-se, já naquela época, pela postura “faça você mesmo” e pela colaboração em âmbito local (Soster, Almeida, Silva, 2020). Fundamentada na ideia de que qualquer pessoa pode produzir, construir, modificar ou consertar objetos e dispositivos, a Cultura *Maker*, inicialmente restrita aos chamados Ambientes *Maker*, rapidamente se popularizou, e a colaboração entre os participantes, denominados *makers*, passou a ocorrer em âmbito mundial, a partir do advento da internet.

Nas décadas seguintes, o pesquisador Seymour Papert e colaboradores desenvolveram a teoria Construcionista de aprendizagem, baseada, principalmente, no “fazer com tecnologia” e mediada por computadores, linguagem de programação acessível a crianças e aparatos tecnológicos diversos disponíveis à época. Para Papert (1986), os aprendizes adquirem conhecimento quando estão engajados na produção de um objeto de seu interesse, de maneira que as ferramentas tecnológicas e, especialmente, as digitais, como o computador, tornam-se elementos com grande potencial para contribuir com a educação “mão na massa”.

Embasados pela popularização da Cultura *Maker* e da teoria Construcionista, professores de todo o mundo voltaram o seu olhar para os potenciais dessa Cultura na educação formal e passaram a ressignificar sua prática pedagógica. No final dos anos 2000, a Cultura *Maker* começou a adentrar as salas de aula de diversas instituições de ensino, principalmente, na América do Norte. Os marcos históricos para a chamada Educação *Maker* são a *Maker Faire* e a *MAKE Magazine*, criadas, em 2006, nos EUA.

Passou-se, assim, a resgatar a aprendizagem “mão na massa” e o conceito do aprender a fazer, no qual o aluno é o protagonista da construção do seu próprio conhecimento. Dessa forma, é a aprendizagem que tem lugar de destaque na educação, e não o produto em si, reforçando as ideias de Papert de que o estudante aprende quando interage com o mundo a partir do processo ativo de elaboração e compartilhamento de produtos. O aprender a fazer é um dos quatro pilares da educação da UNESCO (2017), cujo significado está relacionado a adquirir não só a qualificação profissional, mas, de maneira mais abrangente, a competência que torna a pessoa apta a enfrentar as mais diversas situações cotidianas e a trabalhar em equipe.

Para Soster (2018), a Educação *Maker* é um processo no qual se guia, instrui e conduz o educando na continuidade de sua educação, de maneira que possa reconhecer sua situação atual de forma crítica e modificá-la, se assim desejar. Para a autora, esse tipo de educação promove o desenvolvimento da autonomia e criticidade do educando.

Ademais, a Cultura *Maker* na educação pode promover o trabalho colaborativo, incentivando a criatividade dos educandos e possibilitando ao docente explorar uma diversidade de conteúdos em uma abordagem multidisciplinar. Para Blikstein (2013), nesse contexto,



ocorre a valorização da experiência do estudante, pois ele pode aprender com os erros e acertos inerentes ao processo educacional, além de compreender os assuntos que despertam seu interesse e estejam relacionados ao seu cotidiano de maneira mais simples. Destaca-se ainda que esse caráter colaborativo no ambiente escolar estimula a realização de atividades em grupo que, por sua vez, favorecem a capacidade investigativa e inventiva dos aprendizes, permitindo-lhes desenvolverem habilidades sociais, criatividade, autonomia e um olhar crítico e inovador a respeito do mundo que os cerca.

Neste sentido, diversos trabalhos relatam experiências exitosas ou sugerem propostas pedagógicas de aplicação da Educação *Maker* em salas de aula do Brasil, em especial, nas áreas de STEM – *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Alguns exemplos mais recentes podem ser encontrados nos trabalhos de Stella *et al.* (2021), Moura *et al.* (2020), Gonzaga (2022), Gonçalves (2021), dentre outros.

Salienta-se que a Cultura *Maker* na educação, muitas vezes, é referida como uma mera evolução da aprendizagem baseada no “faça você mesmo”, mas se utiliza de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e ferramentas tecnológicas, tais como cortadoras a laser, impressoras 3D, placas Arduino, kits de robótica educacional. De acordo com Barros *et al.* (2017), a robótica educacional, por exemplo, enquanto prática no ensino-aprendizagem, caracteriza-se como uma ferramenta investigativa e lúdica, fortemente pautada no “faça você mesmo”, pois permite ao professor utilizar a criatividade do estudante para criar soluções de *hardware* e *software* a fim de solucionar problemas práticos propostos. Para os autores, a robótica educacional está embasada na teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget e incentiva o aprendizado a partir da interação social, defendido por Vygotsky (Barros *et al.*, 2017).

A Cultura *Maker* pode incentivar a aprendizagem por criação e descoberta que, por sua vez, favorecem uma aprendizagem significativa. Na perspectiva de David Ausubel (2003), a aprendizagem é significativa quando os novos conhecimentos ancoram-se em elementos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, aos quais ele chamou de subsunçores. Assim, a aprendizagem significativa é o processo no qual uma nova informação relaciona-se de forma não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aluno. Logo, a *estrutura cognitiva* é uma estrutura hierárquica de conceitos que são abstrações das experiências do sujeito. Para Ausubel (2003) é, portanto, de grande importância considerar os conhecimentos prévios dos estudantes no processo de aprendizagem de novos conteúdos, pois estes facilitam a construção de novos significados.

A aprendizagem significativa diferencia-se da aprendizagem mecânica, pois esta caracteriza-se pela simples memorização dos conteúdos disciplinares, enquanto a primeira



produz vestígios estáveis, de modo que, ainda que o sujeito esqueça determinado conteúdo, a sua internalização permite que este seja resgatado mesmo a longo prazo. Em outros termos, os novos conhecimentos interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo assimilados pelos aprendizes, contribuindo, assim, para sua elaboração, diferenciação e estabilidade. Além disso, na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), é necessário que o estudante tenha uma predisposição para aprender o que está sendo estudado e que o material em estudo seja potencialmente significativo, ou seja, tenha possibilidade de ser incorporado à sua estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e substantiva.

Assim, a Educação *Maker* em aulas de Ciências permite ao aluno a aquisição de significados mais relevantes, segundo a teoria ausubeliana, pois incentiva a utilização dos cinco sentidos humanos na análise dos fenômenos naturais e na construção de produtos e artefatos, potencializando seu aprendizado científico.

Para Soler (1999), os sentidos são classificados em sintéticos (visão, audição, olfato e paladar), os quais permitem a percepção dos fenômenos de forma global, e analítico (tato), por intermédio do qual o sujeito pode perceber um fenômeno a partir da captação de suas partes e da soma de tais percepções concretas. Neste sentido, articular as características analíticas com as de síntese pode potencializar a aprendizagem significativa (Ballestero-Álvarez, 2003), o que sugere que, no processo de ensino e aprendizagem, utilizar a maior quantidade possível de sentidos que a pessoa dispõe propicia-lhe uma observação mais completa do fenômeno em estudo e beneficia a todos os aprendizes, com ou sem deficiência.

A DV, especificamente, envolve a perda parcial ou total do sentido da visão e, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, pode ser classificada em cegueira ou baixa visão (BV). No primeiro caso, a pessoa apresenta pouca ou nenhuma percepção da luz, já o sujeito com BV possui visão de curto alcance, podendo enxergar objetos a poucos centímetros de distância. A deficiência visual pode ser congênita ou adquirida e, no Brasil, a Lei nº. 14.126, de 2021 (Brasil, 2021), complementa a definição e acrescenta a visão monocular como deficiência sensorial, do tipo visual.

No contexto educacional, a pessoa com BV utiliza, principalmente, material didático no formato impresso ampliado, enquanto a cega faz uso, em especial, da escrita braille. No entanto, ambos os métodos podem e devem ser estimulados por meio dos sentidos remanescentes, como a audição, por exemplo, a fim de que a construção do aprendizado seja mais significativa e completa. Portanto, utilizar materiais didáticos acessíveis e diversificados que proporcionem uma maior participação e engajamento desses estudantes – tornando o processo educacional mais instigante, lúdico e inclusivo – permite que estes utilizem seus sentidos remanescentes de forma a aprender ativamente, trabalhando na construção de seu



próprio aprendizado e de conceitos de mundo advindos de experiências reais e concretas (Silva *et al.*, 2022).

Conforme Veraszto e Vicente (2017), a inclusão escolar perpassa pelo sentimento de estar contido na escola por parte do aprendiz, que participa dela efetivamente, nas diferentes oportunidades que lhe são proporcionadas. Para os autores, não pode haver discriminação em uma escola verdadeiramente inclusiva, mas um ensino-aprendizagem de forma comum, baseado no amparo aos estudantes com necessidades específicas e na compreensão das diferenças de todos e todas.

Assim, o professor exerce um papel fundamental na construção de uma escola inclusiva. No entanto, como aponta Camargo (2016), professores e futuros professores das áreas de Ciências Naturais que se deparam com turmas regulares compostas por estudantes videntes e com DV enfrentam o problema de atuar em uma sala de aula segregada, em que geralmente o docente, ao identificar a presença de um estudante com DV em sua turma, acredita que terá o dobro de atribuições, tendo que preparar duas aulas, dois experimentos etc. Para o autor, é necessário que o professor tenha consciência do que é comum a toda a turma e o que é específico ao estudante com DV, recorrendo à multissensorialidade na construção do material didático e na elaboração de suas aulas e experimentos. É na diversidade sensorial, portanto, que os fenômenos naturais e os conceitos envolvidos podem ser reconhecidos e socialmente construídos.

Cerqueira e Ferreira (2000) complementam que, dentre as especificidades do processo de aprendizagem de pessoas com DV, deve-se considerar a dificuldade de contato com o ambiente físico por parte dessas pessoas e a utilização de materiais inadequados pode levar a aprendizagem desses sujeitos a um mero verbalismo, sem vínculo com a realidade. Além disso, os autores pontuam que, assim como seus pares videntes, o estudante com DV necessita de estímulos para aprender, sendo possível oferecer-lhes maior motivação a partir da inserção de recursos que possam suprir lacunas na aquisição de informações, como, por exemplo, o manuseio de diferentes materiais que permitam explorar diferentes sentidos.

Para que o professor possa incorporar a multissensorialidade às suas práticas pedagógicas, é necessário que o docente supere a visão capacitista de que a deficiência é um fator limitante, que impede o estudante de aprender. Além disso, é preciso que a discussão sobre a inclusão de pessoas com deficiência esteja presente nos cursos de formação de professores, uma vez que a maioria dos docentes só tem contato com essa questão quando surge um aluno com algum tipo de deficiência em sua sala de aula.

Diante do exposto, levar a Educação *Maker* ao contexto da educação inclusiva, em especial dos estudantes com DV, é permitir que esse público tenha as mesmas oportuni-



des que seus pares sem deficiência experimentam desde o final dos anos 2000, quais sejam: o desenvolvimento de competências científico-tecnológicas, de habilidades sociais, de um perfil investigativo e crítico acerca do mundo em que estão inseridos. Ademais, a metodologia demonstra um grande potencial de propiciar uma maior inclusão dos estudantes com DV em aulas de Ciências, permitindo-lhes uma participação mais efetiva, possibilitando que os objetivos de aprendizagem propostos pelo docente sejam alcançados por cada estudante no seu devido tempo.

Dessa maneira, entende-se que a Educação *Maker* voltada aos indivíduos com DV permite que aprendam de maneira ativa, com mais autonomia e explorando os sentidos remanescentes de modo a potencializar sua aprendizagem e sua alfabetização científica, pois possibilita um alto nível de envolvimento dos estudantes nas atividades propostas. Ademais, a metodologia proporciona ainda ao professor trabalhar com toda a turma os conteúdos atitudinais, para além dos conteúdos conceituais e procedimentais previstos na grade curricular, assim como utilizar uma abordagem multidisciplinar que permita ao discente com DV desenvolver competências e habilidades necessárias ao cidadão do século XXI.

Ao professor, a Educação *Maker* permite inserir atividades mais lúdicas e participativas para todos os estudantes, sem a necessidade de grandes adaptações para o público com ou sem deficiência, contemplando uma ampla diversidade de alunado, de acordo com os preceitos do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), o qual possibilita, a partir de estratégias pedagógicas, didáticas e tecnológicas diferenciadas, o acesso de todos os aprendizes ao currículo, independentemente de suas características, respeitando suas particularidades e talentos (Pletsch, Souza, 2021).

3 Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa classifica-se como uma pesquisa qualitativa na perspectiva de Bogdan e Biklen (2003). Segundo os autores, na investigação qualitativa, o investigador é o agente principal e utiliza seus instrumentos para elucidar questões educativas contidas no ambiente a ser estudado. Este trabalho trata-se também de uma pesquisa descritiva, ou seja, os dados aqui tratados são palavras ou imagens, e não números, podendo sua análise ser feita considerando toda a sua riqueza (Bogdan, Biklen, 2003). Adicionalmente, por meio dos dados coletados pelo investigador qualitativo, busca-se interpretar um certo fenômeno, e não confirmar ou negar uma hipótese prévia.

Do ponto de vista da coleta de dados, a pesquisa é de cunho bibliográfico, que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), envolve a análise e o estudo de material já publicado, que pode consistir em livros, artigos científicos, revistas, jornais, monografias, teses, disser-



tações, websites, dentre outros, cujo objetivo é que o pesquisador tenha contato direto com todo o material já escrito sobre o conteúdo de sua pesquisa.

Para que fossem alcançados os objetivos propostos, optou-se por desenvolver um mapeamento que, de acordo com Fiorentini *et al.* (2016), consiste em um processo de levantamento e descrição de informações oriundas de pesquisas já realizadas sobre a temática em estudo, limitadas a um espaço e período determinados. Como apontado pelos autores, dentre os objetivos do mapeamento, destaca-se a coleta de informações gerais sobre as obras analisadas, tais como ano de publicação, autoria, título do trabalho, palavras-chave, metodologia etc.

Dessa forma, o mapeamento foi realizado nas plataformas *Scientific Electronic Library Online – SciELO*, *Google Scholar* e Portal de Periódicos da Capes, para um período de dez anos (2012-2022) e com buscas por trabalhos desenvolvidos no Brasil. Os descritores utilizados foram “Ensino de Ciências”, “Aulas de Ciências”, “Deficiência Visual”, “Cultura Maker” e “Educação Maker”. Foram, inicialmente, encontrados 21 trabalhos, entre artigos, capítulos de livros, teses e dissertações, mas, após análise minuciosa, apenas nove foram considerados relevantes para o propósito desta pesquisa e serão discutidos na próxima seção.

4 Resultados e discussões

O Quadro 1, a seguir, apresenta as informações gerais acerca dos trabalhos que foram obtidos a partir do levantamento bibliográfico em três grandes bancos de dados científicos disponíveis no Brasil, para o período de uma década.

Quadro 1. Resultado do mapeamento nos bancos de dados Scielo, Google Scholar e Periódicos Capes

Identificação	Título	Autoria	Tipo	Ano
1	Ensino de Física a deficientes visuais mediado por impressão 3D	Santos, R. A. G.	Trabalho de Conclusão de Curso	2018
2	O uso da tecnologia de impressão 3D no ensino de Química para deficientes visuais e de baixa visão	Sousa, F. X.; Silva, R.; Rizatti, I.	Artigo publicado em evento científico	2017
3	Material didático para inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas de Ciências e Biologia sobre filos Mollusca e Echinodermata	Gonçalves, L. C.	Artigo publicado em periódico	2019



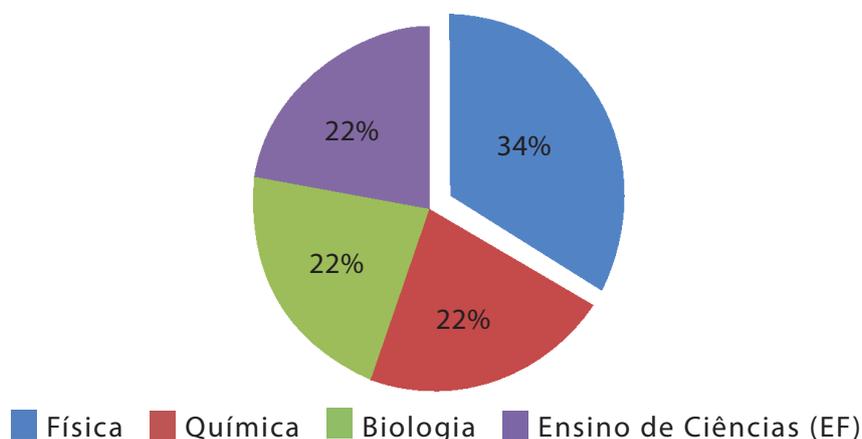
4	O ensino inclusivo de Biologia Celular para alunos surdos e DV'S: da construção de um kit interativo à formação de professores	Santos, M. B.	Dissertação de mestrado	2018
5	Desenvolvimento de ferramentas didáticas voltadas a estudantes deficientes visuais utilizando ambientes <i>maker</i>	Jorge, C. S. P.	Dissertação de mestrado	2019
6	Cinemática Inclusiva	Prado, R. J.; Moura, H. A.	Artigo publicado em periódico	2022
7	Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual	Cordova, H. <i>et al.</i>	Artigo publicado em periódico	2018
8	Tecnologia Assistiva para Alunos com Deficiência Visual: Medição de Volume em Aulas Laboratoriais de Química	Lima, F. <i>et al.</i>	Artigo publicado em evento científico	2019
9	Cultura <i>maker</i> na educação utilizando programação em blocos	Arantes, G. <i>et al.</i>	Artigo publicado em periódico	2018

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Inicialmente, chama-se a atenção para o pequeno quantitativo de trabalhos publicados sobre essa temática, o que atesta a necessidade de maiores pesquisas que envolvem a aplicabilidade ou que relatem experiências exitosas de aplicação da Cultura *Maker* em aulas de Ciências para turmas compostas por pessoas com DV.

Na Figura 1, tem-se a distribuição dos trabalhos em relação às disciplinas das Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química e o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental – EF).

Figura 1. Trabalhos sobre aplicação da Cultura *Maker* nas disciplinas das Ciências da Natureza, no período de 2012 a 2022



Fonte: Dados da pesquisa (2023).



Outra observação muito importante, aferida após análise dos nove trabalhos elencados acima, é que a utilização de elementos da Cultura *Maker* para as aulas de Ciências voltadas ao público com DV refere-se exclusivamente à sua aplicação para fins de obtenção de produtos de tecnologia assistiva. Isso, de acordo com Mól e Dutra (2020), consiste em uma área interdisciplinar do conhecimento, cujo objetivo é produzir recursos, metodologias e estratégias de melhorias ao atendimento de pessoas com deficiência, de modo a favorecer sua autonomia, sua qualidade de vida e sua inclusão social.

Neste sentido, no trabalho 1, R. Santos (2018) pontua como a tecnologia de impressão 3D pode favorecer o aprendizado dos estudantes com DV, tornando as aulas de Física mais participativas e interessantes para eles. A partir de uma revisão bibliográfica acerca do ensino de Física para o público em questão, o autor sustenta a necessidade da realização de novas pesquisas e do desenvolvimento de materiais didáticos adaptados e multissensoriais que permitam a esses alunos entenderem o fenômeno estudado em sua totalidade. O trabalho apresenta ainda propostas de materiais impressos daquele tipo que possam ser utilizados em aulas de Física por estudantes videntes e com DV, de maneira que os primeiros possam ter uma opção de material didático lúdico que reforce o que foi estudado na abordagem teórica, e que para os últimos haja remoção ou diminuição das barreiras comunicacionais impostas pela linguagem excessivamente visual da Física.

No trabalho 2 (Sousa, Silva, Rizatti, 2017), a impressão 3D é apresentada como uma alternativa promissora ao ensino de Química para pessoas com DV, pois permite a impressão de protótipos com considerável riqueza de detalhes ao tato e em um tempo muito menor que a confecção de maquetes em material de baixo custo, por exemplo. Os autores salientam ainda a durabilidade do material assim desenvolvido em comparação com aqueles elaborados com material reciclável, bem como relatam a aplicação em uma turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA), a qual era composta por um aluno cego e uma estudante de baixa visão. De acordo com os autores, a aplicação do material tátil impresso em 3D permitiu aos estudantes uma melhor compreensão da temática dos modelos atômicos.

Corroborando com os trabalhos 1 e 2, a pesquisa desenvolvida no trabalho 3 discute a aplicação da impressão 3D à elaboração de material didático acessível de Biologia para estudantes com DV. Na referida pesquisa, Gonçalves (2019) associou a aplicação de materiais impressos em 3D com outros confeccionados em material de baixo custo e ainda com materiais prontos disponíveis no mercado (brinquedos e miniaturas de seres vivos dos filos *mollusca* e *echinodermata*). A autora apresenta um relato de experiência da aplicação do material em aulas de Biologia em três escolas (E1, E2 e E3), sendo uma delas da educação especial, e conclui que:



Não houve diferença significativa entre os resultados das avaliações dos estudantes com deficiência visual e normovisuais, o que evidencia as mesmas capacidades de aprendizagem entre todos os alunos. As únicas variantes foram a necessidade de um maior tempo de manuseio do material pelos alunos com deficiência visual e a forma como a avaliação foi aplicada – com leitura em braille para o aluno Carlos, E2, que respondia oralmente às questões da cruzadinha, e com aumento da fonte, de 12 para 20, na avaliação para a aluna Maria, da E3, que possui BV (Gonçalves, 2019, p. 246-2).

Ainda na perspectiva de utilização de elementos da Cultura *Maker* para a elaboração de material didático adaptado, o trabalho 4, uma dissertação de mestrado de autoria de M. Santos (2018), propõe um kit didático interativo para o ensino de Biologia celular destinado a estudantes surdos e com DV. O kit proposto baseia-se na impressão de recursos didáticos em impressora 3D e consiste, de acordo com a autora, em uma alternativa ao livro didático que pode favorecer o aprendizado também do alunado vidente, já que a temática apresenta conceitos de difícil assimilação mesmo para este. M. Santos (2018) destaca, entre as vantagens de utilizar a impressão 3D para a criação de materiais multissensoriais, o curto tempo na elaboração de protótipos e o potencial de beneficiar a inclusão escolar e tornar o processo de ensino e aprendizagem mais efetivo a partir da utilização dos sentidos remanescentes dos aprendizes.

Jorge (2019), em sua dissertação de mestrado, identificada aqui como trabalho 5, endossa a importância da impressão 3D como recurso que pode ajudar o professor das disciplinas de Ciências Naturais. Para a autora, tais disciplinas dependem fortemente da interação visual para sua melhor compreensão e, muitas vezes, a obtenção de material didático adaptado fica prejudicada devido ao seu alto custo. Dessa maneira, ela apresenta alguns protótipos e um jogo de tabuleiro acessível, elaborados em impressora 3D, para o estudo da Biologia junto ao público com DV. Conforme a autora, o caráter inovador de elementos da Cultura *Maker* no contexto educacional, tal como a impressora 3D, desperta o interesse e a curiosidade do aprendiz, motivando-o e impulsionando-o na busca do conhecimento. Tal motivação, que pode perdurar durante todo o processo de aprendizagem, ajudará o aluno a atingir os objetivos educacionais.

Da análise dos cinco trabalhos elencados anteriormente, pode-se concluir que a impressão 3D, uma das mais simbólicas ferramentas da Cultura *Maker*, tem conquistado um amplo espaço nos últimos anos quanto ao desenvolvimento de Tecnologias Assistivas para estudantes com deficiência, em especial, aqueles com DV, em aulas de Ciências. Os resultados apresentados pelos autores das pesquisas citadas anteriormente corroboram o que apontam Camargo (2016) e Ballesterro-Álvarez (2003) sobre as possibilidades de utilização de outros sentidos, que não a visão, na aprendizagem do público com DV. A partir desses resultados,



pode-se concluir que o material impresso em 3D, ao incentivar que o aluno utilize o tato e a audição, proporciona aos aprendizes uma observação satisfatória e mais completa dos fenômenos naturais, contribuindo para uma aprendizagem significativa dos conteúdos curriculares de Ciências, na perspectiva de Ausubel (2003).

Para além da impressão 3D, o uso de microcontroladores, tais como o Arduino, outra ferramenta de destaque da Cultura *Maker*, tem despontado como recurso didático para aulas de Ciências mais inclusivas. É o que relata, por exemplo, o trabalho 6, em que Prado e Moura (2022) utilizam esse tipo de dispositivo para elaboração de uma aula experimental de Física, mais especificamente de cinemática. Lançando mão dos diversos tipos de sensores disponíveis para utilização junto ao Arduino e de seu custo relativamente baixo, os autores desenvolveram uma sequência didática baseada no DUA, aplicada a alunos videntes e com DV, para o estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. De acordo com os autores, observou-se, a partir de análises qualitativa e quantitativa dos resultados obtidos, a eficácia da sequência didática e dos equipamentos desenvolvidos, proporcionando aos alunos com DV uma situação igualitária no processo de construção do conhecimento. Os resultados dessa pesquisa atestam que o desenvolvimento da atividade de ensino a partir dos preceitos do DUA permite ao docente evitar a segregação na sala de aula sem a necessidade de elaborar atividades distintas para os estudantes normovisuais e aqueles com DV, concordando com o que afirmam Pletsch e Souza (2021). Dessa forma, o professor pode incluir o estudante com DV em atividades experimentais comuns a toda a turma, otimizando o tempo de desenvolvimento dos aparatos experimentais e incentivando a interação social entre os alunos dos mais diferentes perfis físicos e cognitivos. Para Vygotsky (2007), tal interação é fundamental para a aprendizagem do indivíduo com deficiência, uma vez que possibilita ações, trocas entre o sujeito e o objeto de conhecimento e trocas entre os sujeitos e as interações.

O trabalho 7, por sua vez, discorre a respeito da utilização do microcontrolador para a construção de um termômetro acessível, que executa as leituras da temperatura em formato áudio, destinado ao ensino de termometria para alunos com e sem DV. Destacando as facilidades de operação e manuseio do Arduino, Cordova *et al.* (2018) ressaltam que o projeto pode ser adaptado para medição de outras grandezas físicas, como corrente elétrica e diferença de potencial.

Lima *et al.* (2019), no artigo identificado no Quadro 1 como trabalho 8, demonstram a aplicabilidade do Arduino também em aulas práticas de Química. Os autores apresentam um método de medição de volumes de líquidos utilizando o Arduino, um sensor ultrassônico e um aplicativo de celular, que recebe as medidas feitas pelo Arduino e emite sinais sonoros e vibrações que permitem ao aluno com DV aferir o volume da substância adicionada por ele ao recipiente. Para os autores, o Arduino possibilita maior autonomia a estudantes cegos e de BV



em aulas experimentais de Química. É importante enfatizar que oferecer condições para que o estudante com DV execute atividades com mais autonomia nas aulas de Ciências pode contribuir para que esse discente tenha uma maior predisposição para aprender o conteúdo em estudo, já que a atividade se torna mais prazerosa e instigante quando realizada pelo próprio aluno do que quando é feita, em sua totalidade, com o auxílio do professor, colegas e tutores. Neste sentido, a predisposição para aprender o que está sendo estudado é essencial para que a aprendizagem se torne significativa, de acordo com a teoria ausubeliana.

Finalmente, o trabalho 9, de autoria de Arantes *et al.* (2018), discute as diversas maneiras como a Cultura *Maker* relaciona-se com a educação, apresentando um tutorial voltado ao desenvolvimento de aplicativos a partir do conceito de Programação Visual em Blocos para pessoas com DV. A exemplo dos trabalhos anteriores, os autores utilizam elementos da Cultura *Maker* no intuito de elaborar recursos de Tecnologia Assistiva para uso de estudantes com DV e consideram que, aplicada à educação, ela permite desenvolver a criatividade e a curiosidade do aprendiz, despertando seu potencial inovador e proporcionando-lhe o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para a convivência na sociedade do século XXI. Arantes *et al.* (2018) enfatizam a utilização dos projetos no processo de ensino e aprendizagem sob a perspectiva da Educação *Maker*, os quais favorecem a colaboração e o trabalho em equipe, com o emprego de tecnologias que propiciam ao aluno com DV mais autonomia. Adicionalmente, os autores relatam a realização da oficina junto a um público composto por professores e alunos de pós-graduação. Nesse contexto, a formação continuada dos professores em uma perspectiva inclusiva é de suma importância para que as aulas de Ciências sejam mais acessíveis, pois, conforme pontuam Regiani e Mól (2013), quando a postura capacitista parte dos docentes pode impactar negativamente na percepção que os estudantes com DV têm das Ciências Exatas e Naturais. Tal fato, de acordo com Bonfim, Mól e Pinheiro (2021), contribui significativamente para a ausência de pessoas com DV em cursos de nível superior nessas áreas, configurando-se em fator excludente no acesso ao mercado de trabalho por parte desses sujeitos. Dessa maneira, como possibilidade, considera-se que introduzir os docentes ao universo *Maker* torna-se uma oportunidade interessante tanto no que diz respeito a romper com os estereótipos capacitistas quanto a promover sua capacitação para desenvolver ferramentas que possam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos seus estudantes com DV.

Assim, diante do exposto, pode-se afirmar que, na última década, a maioria dos trabalhos publicados no Brasil que abordam a Cultura *Maker* na educação em Ciências da Natureza de pessoas com DV concentrou-se na disciplina de Física, relatando a utilização de elementos dessa Cultura para elaboração de recursos de tecnologia assistiva para esse público, em especial, a impressora 3D e os microcontroladores.



Considerações finais

A utilização das Tecnologias Assistivas em aulas de Ciências para alunos da Educação Especial é indispensável para que haja uma melhor compreensão e assimilação do conteúdo em estudo, com o máximo de independência e autonomia por parte desses aprendizes. Assim, quanto mais recursos estiverem disponíveis ao professor e quanto mais diversificadas forem tais ferramentas, mais o docente poderá oferecer uma didática multissensorial à sua turma, conforme defende Camargo (2016).

Adicionalmente, as sequências didáticas e os relatos de experiência apresentados nos trabalhos mapeados nesta pesquisa demonstram que a utilização de elementos da Cultura *Maker* no ensino de Ciências para pessoas com DV permite a remoção ou a minimização das barreiras comunicacionais e atitudinais, proporcionando aos estudantes um aprendizado mais significativo, com mais autonomia, aumentando seu estímulo para aprender.

É notório ainda que a Cultura *Maker* na educação propicia um aprendizado colaborativo, possibilitando que estudantes videntes e com DV aprendam juntos a partir de suas particularidades e diferenças, o que permite ao professor trabalhar os conteúdos atitudinais em maior profundidade. Ao docente viabiliza também usar e reutilizar os materiais desenvolvidos em impressora 3D ou baseados em microcontroladores, como o Arduino, em diversos contextos, sem que necessite de grandes adaptações.

No entanto, cabe ressaltar que a Cultura *Maker* na educação científica de estudantes cegos e de BV pode exercer um papel mais ativo e direto enquanto prática de ensino e aprendizagem, já que possui um grande potencial para incentivar um aprendizado a partir da criação e descoberta também para esse público, ainda pouco explorado no Brasil. Experiências como a de Barros *et al.* (2017) e Oliveira, Campos e Paixão-Cortes (2020), por exemplo, demonstram os benefícios da robótica educacional, fortemente pautada na Cultura *Maker*, para a educação computacional de estudantes com DV. Os autores concluem que a robótica educacional permite trabalhar noções espaciais, conceitos físicos, pensamento computacional, além do desenvolvimento da coordenação motora fina e de habilidades sociais com esses alunos.

Assim sendo, é preciso inserir o educando com DV em um ambiente educacional com características *Maker*, e não apenas utilizar elementos da Cultura *Maker* para prover-lhe ferramentas de acessibilidade. Permitir que esse aluno tenha igualdade de condições para desenvolver habilidades como proatividade, empatia, multidisciplinaridade, trabalho em equipe etc., com seus pares normovisuais, é proporcionar-lhes igualdade de condições de uma formação cidadã e para o mundo do trabalho do século XXI.

Apesar de promissora enquanto prática de ensino e aprendizagem de Ciências para estudantes com DV, a utilização de elementos da Cultura *Maker* por si só não supre o papel do



docente e dos recursos de acessibilidade disponíveis. Ao contrário, devem ser usados como complementos às aulas teóricas e/ou práticas e em conjunto com as tecnologias assistivas já consolidadas para pessoas com DV. Além disso, a utilização de microcontroladores ou da robótica educacional não é capaz de desconstruir a postura excludente e capacitista e a resistência de professores e alunos videntes em trabalhar conteúdos de Ciências com estudantes com DV, mas é necessário que tal problemática seja trabalhada já nos cursos de formação de professores e por meio da implementação de políticas institucionais de inclusão. É importante também refletir sobre a formação de recursos humanos necessária para a implementação da Cultura *Maker* no contexto educacional (professores, monitores e tutores) no que tange à programação computacional e montagem de kits de microcontroladores e robótica. Adicionalmente, pontua-se que as impressoras 3D e os kits de robótica educacional disponíveis no mercado ainda apresentam custos relativamente elevados para a realidade da maioria das escolas e universidades brasileiras, o que restringe a introdução escolar da Cultura *Maker* a elementos financeiramente mais acessíveis.

Como limite da pesquisa, reforça-se a pequena quantidade de trabalhos desenvolvidos no período de dez anos, considerando que, apesar da pequena amostra encontrada, este trabalho pode significar uma opção para que outros pesquisadores ampliem trabalhos com essa temática.

Referências

ARANTES, Giordano *et al.* Cultura maker na educação utilizando programação em blocos. *Revista InovaEduc*, Campinas, SP, n. 4, p. 1–22, ago. 2018. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/inovaeduc/article/view/15183>. Acesso em: 5 dez. 2022.

AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BALLESTERO-ÁLVAREZ, Jose Alfonso. *Multissensorialidade no ensino de desenho a cegos*. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27131/tde-21032005-213811/pt-br.php>. Acesso em: 25 fev. 2023.

BARROS, Renata Pitta *et al.* CardBot - assistive technology for visually impaired in Educational Robotics: Experiments and Results. *IEEE Latin America Transactions*, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 517-527, mar. 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7867603>. Acesso em: 28 set. 2022.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and “making” in education: the democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne (ed.). *FabLabs: of machines, makers and inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 203-221.



BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 2003.

BONFIM, Carolina Santos; MÓL, Gérson de Souza; PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. A (in)visibilidade de pessoas com deficiência visual nas Ciências Exatas e Naturais: percepções e perspectivas. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 27, e0220, p. 589-604, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/dsTvqBK8jMhc3rK6xQHWYMS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, [1988]. Disponível em: http://www.senado.leg.br/atividade/const/constituicao-federal.asp#/. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares*. Brasília: MEC: SEF: SEESP, 1998. 62 p.

BRASIL. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015*. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 21 nov. 2022.

BRASIL. *Lei nº 14.126, de 22 de março de 2021*. Classifica a visão monocular como deficiência sensorial, do tipo visual. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14126.htm. Acesso em: 19 mar. 2023.

CAMARGO, Eder Pires de. *Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. Recursos didáticos na educação especial. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 15, p. 1-6, abr. 2000. Disponível em: <http://revista.abc.gov.br/index.php/BC/article/view/602>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CORDOVA, Hercílio P. *et al.* Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [s. l.], v. 40, n. 2, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/8HP6SmDzLqb4BTvJ3K8xb8G/?lang=pt#>. Acesso em: 14 nov. 2022.

FIORENTINI, Dario *et al.* O professor que ensina Matemática, como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In: FIORENTINI, Dario; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues de (org.). *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática: período 2001-2012*. Campinas: FE/UNICAMP, 2016. p. 17-41. Disponível em: https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/pagina_basica/58/e-book-mapeamento-pesquisa-pem.pdf. Acesso em: 7 jan. 2023.



- FOUREZ, Gèrard. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- GONÇALVES, Luciana Cardoso. Material didático para a inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas de Ciências e Biologia sobre filos Mollusca e Echinodermata. *Pesquisa e Práticas em Educação Inclusiva*, Manaus, v. 2, n. 4, p. 233-249, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/educacaoInclusiva/article/view/5945/4932>. Acesso em: 21 fev. 2023.
- GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo. *O ensino de física: um olhar para a educação Maker*. 2021. 245 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2021. Disponível em: <http://www.btd.ueg.br/bitstream/tede/799/2/DISSERTAÇÃO%20-%20EDUCAÇÃO%20MAKER.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2023.
- GONZAGA, Kátia Valéria Pereira. Construindo uma proposta curricular inovadora na educação básica a partir da cultura maker. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 1084-1109, jul./set. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.23925/1809-3876.2022v20i3p1084-1109~>. Acesso em: 9 mar. 2023.
- JORGE, Camila Silva Pereira. *Desenvolvimento de ferramentas didáticas voltadas a estudantes deficientes visuais utilizando ambientes maker*. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional Gestão e Tecnologias aplicadas à Educação) – Departamento de Educação, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2019. Disponível em: <http://www.saberaberto.uneb.br/bitstream/20.500.11896/1628/1/Camila%20Silva%20Pereira%20Jorge.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- LACUEVA, Aurora. La evaluación en la escuela: una ayuda para seguir aprendiendo. *Revista da Faculdade de Educação*, São Paulo, v. 23, n. 1-2, p. 124-148, jan. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rfe/a/4jBB6k9n43QPwdWW4HcYb6r/abstract/?lang=en>. Acesso em: 1 mar. 2023.
- LARAIA, Maria Ivone Fortunato. *A pessoa com deficiência e o direito ao trabalho*. 2009. 197 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://tede.pucsp.br/bitstream/handle/8878/1/Maria%20Ivone%20Fortunato%20Laraia.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- LIMA, Felipe dos Santos *et al.* Tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual: medição de volume em aulas laboratoriais de química. *In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO DO CEARÁ, MARANHÃO E PIAUÍ (ERCEMAPI)*, 7., 2019, São Luís. *Anais [...]*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 47-54. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ercemapi/article/view/8844>. Acesso em: 18 jan. 2023.



- MÓL, Gerson de Souza; DUTRA, Arlene Alves. Construindo materiais didáticos acessíveis para o ensino de Ciências. In: PEROVANO, Laís Perpetuo; MELO, Douglas Christian Ferrari de (org.). *Práticas Inclusivas: saberes, estratégias e recursos didáticos*. 2. ed. Campos dos Goytacazes: Encontrografia, 2020. cap. 1, p. 14-35. Disponível em: https://inlui.org/wp-content/uploads/2021/04/ebook-Praticas-inclusivas_SERD_2a-ed.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.
- MOURA, Eliton Meireles de *et al.* Educação Maker no currículo de Matemática: catapultas e o estudo de funções. *Tecnologias, sociedade e conhecimento*, [São Paulo], v. 7, n. 2, p. 65-84, dez. 2020. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14853/9885>. Acesso em: 12 out. 2022.
- OLIVEIRA, Juliana Damasio; CAMPOS, Márcia de Borba; PAIXÃO-CORTES, Vanessa Stangherlin Machado. Usable and Accessible Robot Programming System for People Who Are Visually impaired. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Approaches and Supporting Technologies*, [s. l.], v. 12188, p. 445, July 2020. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-49282-3_32. Acesso em: 15 mar. 2023.
- PAPERT, Seymour. *Constructionism: a new opportunity for elementary science education*. A proposal to The National Science Foundation from Massachusetts Institute of Technology, The Media Laboratory, The Epistemology and Learning Group. Cambridge MA: [s. n.], 1986.
- PLETSCH, Márcia Denise; SOUZA, Isadora Martins da Silva de. Diálogos entre acessibilidade e desenho universal na aprendizagem. In: PLETSCHE, Márcia Denise *et al.* (org.). *Acessibilidade e Desenho Universal na Aprendizagem*. Campos dos Goytacazes: Encontrografia, 2021. cap. 1, p. 13-25. Disponível em: <https://encontrografia.com/wp-content/uploads/2021/09/eBook-Acessibilidade-e-Desenho-Universal-na-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- PRADO, Rogério Junqueira; MOURA, Henrique Alberto. Cinemática inclusiva. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 65, e286506, 2022. Disponível em: <http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/893>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- REGIANI, Anelise Maria; MÓL, Gerson de Souza. Inclusão de uma aluna cega em um curso de licenciatura em Química. *Ciência & Educação*, [Bauru], v. 19, n. 1, p. 123-134, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000100009>.
- SANTOS, Michele Barboza dos. *O ensino inclusivo de Biologia Celular para alunos surdos e DV'S: da construção de um kit interativo à formação de professores*. 2018. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade Estadual do Paraná, Paranavaí, 2018. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dissertacoes_teses/fev2019_dissertacao_michele_barboza_santos.pdf. Acesso em: 6 out. 2022.



- SANTOS, Robson Amauri Guedes dos. *Ensino de Física a deficientes visuais mediado por impressão 3D*. 2018. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Física) – Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2018. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/18829/PDF%20-%20Robson%20Amauri%20Guedes%20dos%20Santos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 jan. 2023.
- SILVA, Josana Carla Gomes *et al.* Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual: relatos de experiência. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 65, e286503, 2022. Disponível em: <http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/891>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- SOLER, Miquel-Albert. *Didáctica multisensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales y también sin problemas de visión*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.
- SOSTER, Tatiana Sansone. *Revelando as essências da educação maker: percepções das teorias e das práticas*. 2018. 175 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/21552>. Acesso em: 21 set. 2022.
- SOSTER, Tatiana Sansone; ALMEIDA, Fernando José de; SILVA, Maria da Graça Moreira. Educação Maker e compromisso ético na sociedade da cultura digital. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 715-738 abr./jun. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.23925/1809-3876.2020v18i2p715-738>. Acesso em: 20 out. 2022.
- SOUSA, Francislaine Xavier; SILVA, R. da Silva e; RIZATTI, Ivanise Maria. O uso de tecnologia de impressão 3D no ensino de Química para deficientes visuais e de baixa visão. *In: SIMPEQUI – SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA*, 15., 2017, Manaus. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 2017. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2017/trabalhos/90/10782-24367.html>. Acesso em: 19 dez. 2022.
- STELLA, Ana Lúcia *et al.* BNCC e a cultura maker: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental. *Revista InovaEduc*, Campinas, SP, n. 4, p. 1-37, 2021. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/inovaeduc/article/view/15182>. Acesso em: 18 mar. 2023.
- UNESCO. The four pillars of learning. *In: UNESCO*. [Paris: UNESCO], 2017. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/education/networks/global-networks/aspnet/about-us/strategy/the-four-pillars-of-learning/>. Acesso em: 3 abr. 2023.



VERASZTO, Estéfano Vizconde; VICENTE, Nathália Elisa Ferreira. Desenvolvimento de atividades de ensino de citologia para alunos com deficiências visuais: ações de educação inclusiva a partir da Teoria dos Contextos Comunicacionais. *Revista de Estudos Aplicados em Educação*, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 33-48, jul./dez. 2017. Disponível em: https://www.seer.uscs.edu.br/index.php/revista_estudos_aplicados/article/view/4983/2335. Acesso em: 15 ago. 2022.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

Recebido em: 26.5.2023

Revisado em: 5.6.2023

Aprovado em: 26.7.2023