



ARTIGO

 <https://doi.org/10.47207/rbem.v4i01.15487>

Formação em Matemática por meio de invenções científico-tecnológicas voltadas aos impactos sociais: uma revisão de literatura

AZEVEDO, Greiton Toledo.

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF-Goiano). Pós-Doutorando (USP) e Doutor em Educação Matemática (Unesp) com estágio sanduíche na Universidade Rutgers, New Jersey, Estados Unidos. ORCID: 0000-0002-2681-1915. E-mail: greiton.azevedo@ifgoiano.edu.br.

MALTEMPI, Marcus Vinicius.

Professor e Livre Docente da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). ORCID 0000-0001-5201-0348. E-mail: marcus.maltempi@unesp.br. Apoiado pelo CNPq (Processo 308563/2019-0).

Resumo: Neste artigo, apresentamos um estudo de revisão sistemática da literatura sobre Formação em Matemática baseada no desenvolvimento de invenções científico-tecnológicas voltadas ao tratamento de sintomas da doença de Parkinson. Com foco na área de Educação Matemática e norteados pelos princípios do método Prisma, fizemos um levantamento de trabalhos científicos publicados em português, espanhol e inglês, utilizando as palavras-chave Formação em Matemática, Matemática, Jogos Digitais, Robótica e Parkinson. Posteriormente, restringimos os resultados ao Ensino Médio, descartando produções que focavam na formação inicial ou continuada de professores e que não utilizassem a programação de computadores. Encontramos cinco trabalhos, sendo que nenhum deles aborda, simultaneamente, a construção de jogos digitais e invenção de dispositivos robóticos para impactos sociais, restringindo-se aos fins educacionais. Nosso estudo, portanto, evidencia a escassez de pesquisas realizadas neste campo potencial de investigação na área da Educação Matemática e, visando contribuir com pesquisas futuras, concluímos apresentando algumas compreensões acerca da Formação em Matemática de estudantes do Ensino Médio quando desenvolvem invenções científico-tecnológicas sustentáveis e de baixo custo em prol do tratamento de sintomas da doença de Parkinson de um hospital público.

Palavras-chave: Formação em Matemática. Robótica. Jogos Digitais. Impactos Sociais.

Education in mathematics through scientific-technological inventions focused on social impacts: a literature review

Abstract: In this article, we present a systematic review of the literature on Mathematics Training based on the development of scientific-technological inventions aimed at treating the symptoms of Parkinson's disease. Focusing on the area of Mathematics Education and guided by the principles of the Prisma method, we carried out a survey of scientific works published in Portuguese, Spanish and English, using the keywords Formation in Mathematics, Mathematics, Digital Games, Robotics and Parkinson's. Subsequently, we restricted the results to High School, discarding productions that focused on initial or continuing teacher education and that did not use computer programming. We found five works, none of which simultaneously address the construction of digital games and the invention of robotic devices for social impacts, restricting themselves to educational purposes. Our study, therefore, highlights the scarcity of research carried out in this potential field of investigation in the area of Mathematics Education and, aiming to contribute to future research, we conclude by presenting some

understandings about the Mathematics Formation of students when they develop sustainable and low-cost scientific-technological inventions. cost for the treatment of symptoms of Parkinson's disease in a public hospital.

Keywords: Mathematics Education. Robotics. Digital Games. Social Impacts.

Formación en matemáticas a través de inventos científico-tecnológicos enfocados en impactos sociales: una revisión de la literatura

Resumen: En este artículo presentamos una revisión sistemática de la literatura sobre Formación Matemática para estudiantes de secundaria a partir del desarrollo de invenciones científico-tecnológicas dirigidas al tratamiento de los síntomas de la enfermedad de Parkinson. Centrándonos en el área de Educación Matemática y guiados por los principios del método Prisma, realizamos un levantamiento de trabajos científicos publicados en portugués, español e inglés, utilizando las palabras clave Formación en Matemática, Matemáticas, Juegos Digitales, Robótica y Parkinson. Posteriormente, restringimos los resultados a la Enseñanza Media, descartando las producciones que se enfocaban en la formación inicial o continua del profesorado y que no utilizaban programación informática. Encontramos cinco trabajos, ninguno de los cuales aborda simultáneamente la construcción de juegos digitales y la invención de dispositivos robóticos para impactos sociales, restringiéndose a fines educativos. Nuestro estudio, por lo tanto, muestra la escasez de investigaciones realizadas en este campo potencial de investigación en el área de la Educación Matemática y, con el objetivo de contribuir a futuras investigaciones, concluimos presentando algunas comprensiones sobre la Formación Matemática de los estudiantes cuando se desarrollan inventos científico-tecnológicos sustentables y de bajo costo para el tratamiento de los síntomas de la enfermedad de Parkinson en un hospital público.

Palavras-Clave: Formación Matemática. Robótica. Juegos digitales. Impactos Sociales.

Introdução

Reconhecendo que os estudantes são capazes de propor soluções com o saber científico, é importante que o processo de Formação em Matemática leve a sério o próprio trabalho intelectual dos estudantes de modo que eles possam ter a chance de se desenvolver como sujeitos em sociedade (AZEVEDO, 2022). A respeito disso, a insubordinação aos *modus operandi* do sistema educacional subjaz à crença e à esperança de construção de uma sociedade mais justa para todos, na qual o sistema educacional priorize a formação de cidadãos capazes de pensar, construir e desenvolver criativamente propostas e invenções úteis à sociedade (D'AMBROSIO, 2009; RESNICK, 2017; PAPERT, 2008; HALVERSON, 2014).

Essa concepção é bem diferente daquela que se estrutura na imposição de temas escolhidos pelo professor, livro didático e orientações governamentais, e no uso passivo da robótica mercadológica e sem significado. A plasticidade da invenção robótica com



significado integrado à formação pode promover diversidade epistemológica do conhecimento e inovação, constituindo um ambiente no qual os alunos, na sua própria voz, podem materializar seus projetos com engajamento, expertise e responsabilidade científico-social (AZEVEDO; MALTEMPI, 2021; 2022). Desta forma, colocamos a Formação em Matemática em destaque, ao vislumbrarmos possibilidades de o estudante criar ideias lógicas e sistematizá-las a partir do pensar, saber e fazer matematicamente, por exemplo, medir, calcular, refutar contradições, traçar estratégias, generalizar e/ou particularizar, conjecturar e propor soluções ao mundo, em prol da sociedade (BRASIL, 2018). Entrevemos, assim, possibilidades de Formação em Matemática que estejam em sintonia com necessidades éticas e globais (ONU, 2020).

Nesse sentido, desconsideramos o processo Formativo em Matemática como algo cabal ou reduzido à apropriação encapsulada de teoremas e demonstrações de fórmulas hipotético-dedutivas em Matemática sem significado. Defendemos que os estudantes do Ensino Médio são capazes de criar soluções, aprimorá-las, aprender conceitos abstratos de programação de computadores e desenvolver responsabilmente invenções criativas e inéditas à sociedade. Não se pode medir e ensinar criatividade, pois isso descaracterizaria a essência de pensar, criar e inventar intelectualmente (D'AMBROSIO, 2009). Todavia, é possível estimulá-la nos mais diferentes contextos de aprendizagem, pois “todos os aprendizes nascem com a capacidade de serem criativos, mas sua criatividade não necessariamente se desenvolverá sozinha. Suas necessidades devem ser nutridas, encorajadas e apoiadas” (RESNICK, 2017, p. 21).

Nesse sentido, compreendemos que não é uma questão de ensinar criatividade nas aulas de Matemática, mas de incentivá-la e nutri-la a partir do processo de formação, sem deixar de lado a essência de desenvolver competências de invenção científicas e autorais. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, 9.394/96) dialoga com essa concepção de que é possível promover caminhos formativos que estejam atentos à inovação científico-tecnológica e criativa da Educação Básica. Tal lei preconiza que se deve favorecer o pleno desenvolvimento do educando (art. 2) (BRASIL, 2018), o que inclui o domínio das tecnologias, o incentivo à criatividade, o respeito à liberdade e o preparo para o exercício da cidadania. Somado a isso, o nosso entendimento sobre formação concebe que não é impor um currículo verticalizado sem levar em conta a realidade do estudante e seus interesses em

escolher seus próprios caminhos e ferramentas. Mas valorizar um *currículo vivo*, incentivando a proposta de temas geradores de discussão de modo a propor contribuição social por meio da Matemática e invenções tecnológicas associadas. Em síntese, isso pressupõe fomentar uma proposta educadora que incorpora em suas diretrizes a interpretação e a reflexão de mundo do estudante, sua visão perscrutada da realidade, que busca conferir a seus sujeitos ferramentas para o exercício de autonomia e emancipação (AZEVEDO, 2017; 2022; D'AMBROSIO; D'AMBROSIO, 2013).

Considerando essa visão de formação, realizamos uma revisão de literatura, embasada no método *Prisma*, acerca da Formação em Matemática de estudantes quando são incentivados a desenvolver jogos eletrônicos associados a dispositivos robóticos voltados à sociedade. Com foco na área de Educação Matemática, fizemos um levantamento de trabalhos científicos publicados em português, espanhol e inglês, utilizando as palavras-chave Formação em Matemática, Matemática, Jogos Digitais, Robótica e Tratamento da doença de Parkinson. Posteriormente, restringimos os resultados ao Ensino Médio, descartando produções que focavam na formação inicial ou continuada de professores e que não utilizassem a programação de computadores. Por conseguinte, e visando contribuir com pesquisas futuras nessa região de investigação, concluímos apresentando algumas compreensões acerca da Formação em Matemática de estudantes quando desenvolvem invenções científico-tecnológicas sustentáveis e inéditas em prol do tratamento de sintomas da doença de Parkinson de um hospital público.

Procedimentos Metodológicos, Discussões e Resultados

Para o alcance da revisão de literatura proposta, optamos por seguir o método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)¹, que consiste na identificação e análise de pesquisas potencialmente relevantes as quais fornecem suporte para tomadas de decisões cientificamente consciente, além de evidenciar lacunas do objeto de estudo, no caso, a Formação em Matemática. Para tanto, definimos as seguintes etapas de mapeamento e tabulação: (i) período abrangido; (ii) línguas abrangidas; (iii) bases pesquisadas; (iv) sentenças lógicas utilizadas; (v) critérios de inclusão; (vi) critérios de

1 Cf.: Disponível em: < <https://www.prisma-statement.org/> >. Acesso em novembro de 2022.

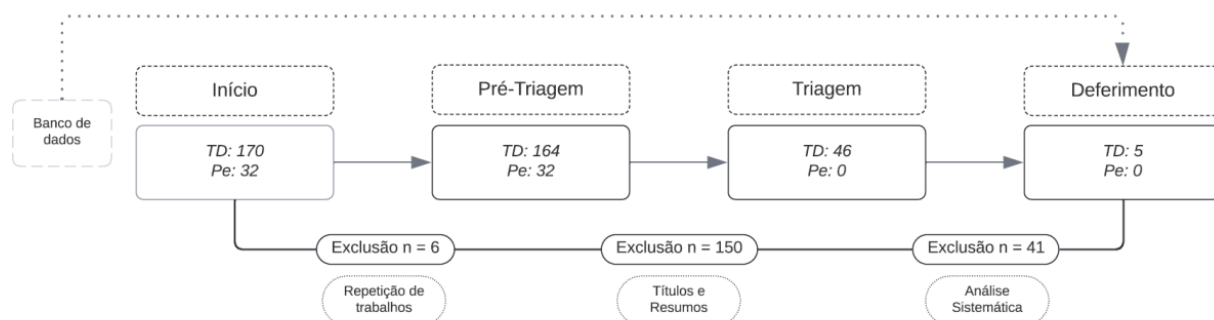
exclusão; (vii) trabalhos selecionados; (viii) “análise ou adaptações” realizadas tendo em vista o que foi obtido.

Realizamos a pesquisa bibliográfica considerando as publicações até o final de 2021, sem restrição de início. Utilizamos as seguintes sentenças e operadores lógicos nas bases indicadas abaixo: “*Formação em Matemática OR Matemática Jogos Digitais OR Robótica*”; “*Parkinson Matemática AND Robótica*”; “*Parkinson Matemática AND Jogos*”; “*Jogos Digitais AND Matemática*”. Contemplamos trabalhos em português, inglês e espanhol, perfazendo as traduções devidas das sentenças-chave definidas. Utilizamos as plataformas de mapeamento Catálogo de Dissertações e Teses, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); e Portal Domínio Público (Teses de dissertações). Incluímos todos os periódicos indexados à área de Educação Matemática, listados pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), entre os quais destacamos: Boletim de Educação Matemática (Bolema); Educação Matemática em Revista; Zetetike; Acta Scientiae; Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática; *Journal of Mathematics Teacher Education*; *Research in Mathematics Education*; *Mathematics Education (ZDM)*; *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*; *Matemática: Revista de Divulgação Matemática*.

Consideramos os seguintes critérios de elegibilidade (ou inclusão) dos trabalhos encontrados: pertencimento à área de Educação Matemática; invenções robóticas ou produções de jogos digitais no contexto da Matemática; e público restrito aos estudantes do Ensino Médio. Dessa forma, a seleção dos trabalhos passou por um processo sucessivo de organização e análise, estruturado em quatro principais etapas, a saber: *Início*: aplicação de sentenças de busca nas bases de dados selecionadas; *Pré-Triagem*: leitura do título e resumo dos trabalhos retornados; *Triagem*: leitura sistemática dos trabalhos selecionados na pré-triagem; e *Deferimento*: inclusão de trabalhos que atendessem aos critérios de elegibilidade.

Realçamos que, ao fazer o escrutínio dos trabalhos encontrados, descartamos todas as pesquisas que não tratavam da produção ou invenção de jogo digital com linguagem de programação. Excluímos também, trabalhos que focavam na formação inicial ou continuada de professores e trabalhos de nossa autoria. Por fim, rejeitamos pesquisas incompletas, ensaios, relatos de experiências, resumos, resenhas e repetições de trabalhos emergidos nas

bases utilizadas no mapeamento. Tal processo de seleção está representado no fluxograma² a seguir:



Fluxograma 1 – Percurso de revisão de literatura [organização, fluxo e deferimento].

Fonte: AZEVEDO (2022)

A partir dos 164 trabalhos (teses e dissertações) obtidos na Pré-Triagem, fizemos um refinamento com a leitura dos títulos e resumos e, como resultado, catalogamos 46 obras potenciais de estudo. Ao finalizar a análise sistemática, seguindo os critérios de elegibilidade, obtivemos cinco trabalhos, sendo uma tese e quatro dissertações, que discutem a Formação em Matemática de estudantes de Ensino Médio com robótica ou programação de jogos digitais. Entretanto, não foram retornados trabalhos sobre invenções destinadas a problemas reais, em sociedade. Dentre os 159 trabalhos excluídos, de predominância qualitativa, 22% discutem a formação inicial ou continuada do professor de Matemática e 63% tratam de estudantes do Ensino Fundamental. Além disso, 15% focam em outras áreas de conhecimentos, como Computação ou Engenharia. Destacamos que os 32 periódicos inicialmente obtidos foram excluídos por não atenderem quaisquer critérios de elegibilidade estabelecidos, e que não foram retornados trabalhos sobre Parkinson. Os trabalhos deferidos podem ser visualizados a seguir:

² Inspiramo-nos em alguns tópicos da revisão sistemática (PRISMA, 2020). Legenda: TD: Teses e Dissertações; Pe.: Periódicos.

Autor (Ano)	Título	Nível	Abordagem
Barbosa (2016)	Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens	Tese	Qualitativa
Furletti (2010)	Exploração de tópicos de Matemática em modelos robóticos com utilização do Slogo no ensino médio	Dissertação	Qualitativa
Oliveira (2017)	Robótica nas aulas de Matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções	Dissertação	Qualitativa
Rodrigues (2020)	Modelagem Matemática da voz, trigonometria e robótica: atividades interativas	Dissertação	Qualitativa
Santos (2014)	D.O.M.: Um modelo de game para a aprendizagem das funções quadráticas no ensino médio	Dissertação	Quali-Quantitativa

Tabela 1 – Trabalhos deferidos na revisão de literatura.

Fonte: AZEVEDO (2022).

Constatamos a predominância nos trabalhos deferidos da perspectiva teórica do Construcionismo (PAPERT, 2008) e norteados pela abordagem qualitativa de pesquisa. Os estudos de Barbosa (2016), Furletti (2010) e Oliveira (2017) direcionam olhares para o trabalho da robótica com a Matemática na medida em que corroboram aspectos de motivação e colaboração fomentados no contexto de formação em sala de aula. Tecem contribuições de “como” a robótica contribui com a exploração de conteúdos matemáticos (e.g., funções). O trabalho de Santos (2014) mostra possibilidades de construção de jogo digital por meio de funções quadráticas e suas aplicações. A pesquisa de Rodrigues (2020) estabelece relações contextuais entre sons e funções trigonométricas (e.g., senóide e cossenoide), utilizando dispositivos robóticos. Os dois últimos trabalhos reverberam contribuições sobre o uso da robótica como um mecanismo de construção lúdico-práticas nas aulas de Matemática.

Os principais *software* e materiais de robótica utilizados por esses autores são: Kit *LEGO Mindstorms NXT* (BARBOSA, 2016); *Software Super Logo* e servomotores de rotação, o que inclui cabos seriais e interfaces de controle para a construção de uma roda gigante de palitos de churrasco (FURLETTI, 2010); Kit *BRINK MOBIL* e Robô *TXdroid*, os quais se vinculam ao conceito de deslocamento e função linear (OLIVEIRA, 2017); placa *Arduino* e ambiente de programação *Scratch* para a construção do robô *Drawbot*, conectando as ideias de trigonometria e modelagens (RODRIGUES, 2020); e Game D.O.M por meio da linguagem UML (SANTOS, 2014). Observamos que essas tecnologias são empregadas como



ferramentas didático-pedagógicas, as quais se destinam ao processo de Formação em Matemática, com o sem contextualização direta do próprio conhecimento matemático. Não há uma restrição unívoca do objeto robótico ao componente curricular, quanto às dimensões conceituais e procedimentais; e há aspectos atitudinais também voltados à formação, como trabalho colaborativo. A respeito disso, as pesquisas mostram atividades com o uso da robótica como redes feitas por pessoas, e não por instituições de ensino, como escolas ou universidades.

Ressaltamos que nenhum dos trabalhos aborda, simultaneamente, a construção de jogos e dispositivos robóticos. Em síntese, os cinco resultantes de nossa busca sinalizam avanços à Formação em Matemática de estudantes mediante ao desenvolvimento de eletrônicos para fins educacionais, mas observamos uma lacuna na área da Educação Matemática em torno da Formação em Matemática de estudantes de Ensino Médio quando desenvolvem invenções científico-tecnológicas em prol do impacto social. Diante disso, reforçamos a importância de se identificar novos modos de Formação em Matemática a partir de invenções científico-tecnológicas, sustentáveis e de baixo custo, que se legitimem e contribuam para os impactos sociais, beneficiando vidas de pessoas em comunidades. Este é o caminho que perseguimos com estudantes do Ensino Médio, colocando-os como cientistas para desenvolver soluções ao mundo, como invenções científico-tecnológicas ao tratamento de sintomas da doença de Parkinson de hospitais em Goiás (AZEVEDO, 2022; AZEVEDO; MALTEMPI, 2021; 2022). Sobre essa pesquisa fazemos a seguir algumas considerações e trazemos alguns resultados.

Contribuições à revisão: Formação em Matemática e Invenções Robóticas ao Parkinson

Compreendemos que o processo de Formação em Matemática é visto como potencial de transformação social, intelectual-científica e responsável dos estudantes que, por meio de suas invenções, buscam contribuir com os impactos sociais, em especial, aqui, ao tratamento de sintomas da doença de Parkinson (AZEVEDO; MALTEMPI, 2018; 2019; 2020; 2021; 2022). Este processo constitui-se pelo engajamento do estudante em sociedade por meio do fazer ciência com a Matemática integrada à Computação e remonta-se pela dialogicidade não hierarquizada como ponto nevrálgico à Formação em Matemática, destituindo a invisibilidade

intelectual do estudante em propor soluções de impactos sociais. A respeito disso, compreendemos esse processo de Formação em Matemática fluido e dinâmico, por meio de ações que se pautam no protagonismo dos estudantes-inventores. As ilustrações seguintes apresentam o processo das invenções científico-tecnológicas e o uso delas no hospital público.

[Ideação] Construção do jogo <i>Matemática e programação</i>	[Brainstorms] <i>Construção do timão-robótico</i>	[Depuração] Aprimoramentos <i>Simulações com os dispositivos robóticos</i>
--	---	--



Ilustração A₁: Invenções Robóticas e programação de jogos digitais: etapas da produção dos eletrônicos.
Fonte: (AZEVEDO, 2022)

[Ideação] Construção do jogo <i>Matemática e programação</i>	[Brainstorms] <i>Sistemas integrados e conexões</i>	[Depuração] Aprimoramentos <i>Simulações com os dispositivos robóticos</i>
--	---	--

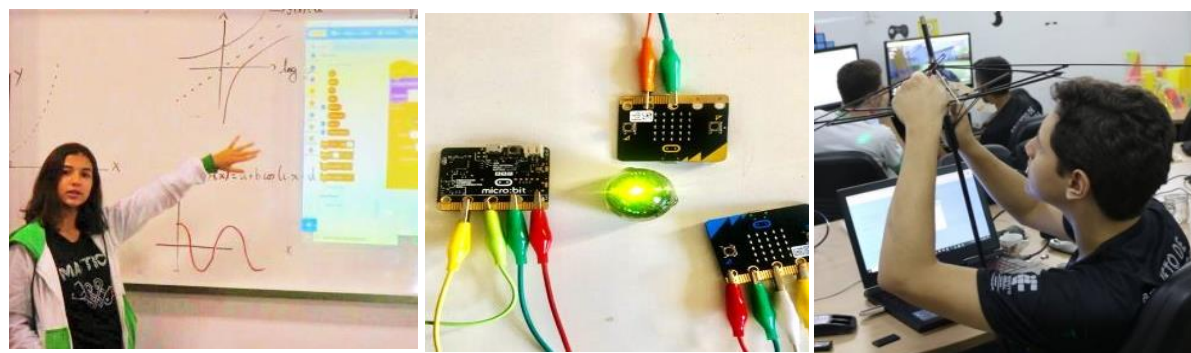


Ilustração A₂: Programação e Matemática: conexão da placa Micro:bit no guarda-chuva de sucata.
Fonte: (AZEVEDO, 2022)




Jogabilidade e robótica (Projeção na parede)	Sessão fisioterapêutica (Orientações)	Sessão fisioterapêutica (Apoio e encorajamento)
		
Motor Superior	Movimentos sincronizados	Estímulo aos membros superiores [braços e mãos];
Motor Inferior	Equilíbrio dependente (apoio)	Incentivo à marcha, coluna – Estímulos ao uso da força e pisadas.
Cognição	Raciocínio e Percepção	Concentração - Reflexão (lateralidade) aos movimentos do jogo.
Atitudinais	Empenho, Interação e Motivação.	Dedicação colaborativa e coletiva ao tratamento da doença.

Ilustração B – Sessões de fisioterapia no Hospital: invenções desenvolvidas pelos participantes da pesquisa.
Fonte: (AZEVEDO, 2022)

Conforme as ilustrações A_1 e A_2 , no processo de ideação os estudantes têm a oportunidade de investigar e desenhar ideias Matemáticas e Computacionais no contexto de Formação em Matemática. Lançam mão de estratégias, rascunhos e comunicam ideias uns com os outros de modo a definir os melhores objetos, cenários e programas do jogo, avançando junto com as mediações didático-pedagógicas do professor-pesquisador. A imagem central, que compõe a etapa *Brainstorming*, retrata a invenção de um dispositivo robótico, ainda em processo de construção. Já a fase de depuração, imagem à direita, evidencia a conexão entre o jogo e o dispositivo robótico. Nessa etapa, os estudantes ajustam parâmetros matemáticos, corrigem falhas de programas e do circuito elétrico do dispositivo robótico, aprimoram códigos e simulam orientações dos movimentos sensoriais de modo a atender às especificidades das sessões fisioterapêuticas do tratamento de Parkinson. Na Ilustração B, visualizamos a aplicação da invenção no hospital com os profissionais da saúde. O desenvolvimento processual dessas invenções interdisciplinares ocorre mediante o planejamento e protagonismo científico dos estudantes, e se mostra descentralizado à formalização excessiva do rigor de objetos matemáticos e computacionais sem significado, estruturando-se por meio da formulação de soluções a problemas de Matemática *em-uso*. Nesse trabalho, olhamos para a exploração de materiais sustentáveis (recicláveis e baixo

custo), aliada à programação de computadores, como instrumentos para a elaboração de modelos eletrônicos (jogos digitais e dispositivos robóticos) aos impactos sociais, como no tratamento de sintomas da doença de Parkinson de pacientes acometidos. Assim, a sucata passa a ser entendida nesse ambiente de Formação em Matemática, como peça fundamental para o desenvolvimento dos dispositivos robóticos inéditos e autorais.

A Formação em Matemática^{3,4} se estrutura pelo desenvolvimento de capacidades Matemáticas que se conectam à produção de jogos digitais e dispositivos robóticos ao Parkinson. De maneira contínua, a formação vai da passividade ao protagonismo, do silêncio à interação; do controle compulsório de fala à dinâmica de criação coletiva; do bloqueio de aprendizagem à sensação de capacidade; da certeza à dúvida; do acerto ao erro; do lugar de passividade à posição de pesquisador (AZEVEDO, 2022). Além disso, ponderamos a ruptura de estigmas do pensar, fazer e aprender Matemática, decorrente da produção de invenções que abrem possibilidades para o desenvolvimento intelectual em Matemática não como um carimbo para o Ensino Superior ou ingresso ao mercado de trabalho, mas para uma formação consciente e responsabilmente científica no mundo global. Compreendemos, portanto, que o processo de Formação em Matemática pode ser visto como potencial de transformação social dos estudantes que, por meio de suas invenções, buscam contribuir com o tratamento da doença de Parkinson.

Entendemos que o processo de Formação em Matemática se estrutura pela emancipação de ideias, consciência coletiva, desenvolvimento de capacidades e construções de conhecimentos que visam impactos sociais, como invenções processuais e contínuas ao tratamento de idosos com Parkinson. Para além do impacto social quanto ao uso de materiais de baixo custo, que privilegia aspectos de reciclagem e da consciência ambiental nos moldes de uma sociedade mais sustentável, esta pesquisa aponta para questões inerentes à saúde de idosos com Parkinson. Isso se deve porque o processo formativo em Matemática, dentre outras atribuições de aprendizagem, tem um objetivo final prático e socialmente relevante: os dispositivos científico-tecnológicos foram (e são) usados para o retardamento da doença.

Para finalizar a discussão desta seção de contribuição à revisão, as invenções científico-tecnológicas têm buscado contribuir no tratamento de sintomas no que diz respeito

³ Cf.: Disponível em: <https://youtu.be/Nn1zXGY14IY>.

⁴ Cf.: Disponível em: <https://youtu.be/egCnAHWxjM>.

aos *aspectos motores, cognitivos e sociais*. As invenções dos jogos e dispositivos robóticos desta pesquisa, ao longo dos últimos anos de tratamento, foram (e têm sido) utilizadas nas sessões de tratamento de Parkinson, visando à qualidade de vida dos pacientes e possibilitando a redução do progresso dos sintomas da doença, como: tremor, rigidez muscular, tom reduzido de voz, ficar de pé e até andar, expressões faciais, falta de coordenação ou equilíbrio e ausência de força, além dos aspectos motivacionais (interesse, engajamento etc.). Embora haja evidência na melhora da qualidade de vida dos pacientes quanto ao tratamento, aliado à medicação e a sessões terapêuticas, o contexto desta pesquisa abre possibilidades para futuras investigações científicas sobre as inovações robóticas para o Parkinson, tendo a Matemática e a Computação como alicerces. O trabalho com os pacientes portadores de Parkinson ⁵continuará nos próximos anos e nossos olhares e esforços se voltarão com mais atenção para essa região de investigação.

Considerações Finais

De acordo com a revisão de literatura sobre a Formação em Matemática a partir de invenções científico-tecnológicas para os impactos sociais, observamos a escassez de pesquisas realizadas neste campo potencial de investigação na área da Educação Matemática. Nesse sentido, sem a ambição de esgotar o tema desta pesquisa, torna-se fecundo refletir na construção de propostas formativas em Matemática que podem dialogar com propostas de invenções que beneficiem pessoas em sociedade, tendo como ferramentas a Matemática e a Computação. Com efeito, a pesquisa nos permite tecer, ainda, olhares para a criação e manutenção de políticas públicas educacionais que tenham um plano de execução (objetivo, metas, metodologia etc.) de modo a valorizar o processo de cientificidade, trabalho de colaboração e invenção científico-tecnológicas no contexto de sala de aula de Matemática do Ensino Médio. Nessa perspectiva, este estudo vislumbra oportunidades para se refletir sobre propostas tecnológicas e formativas que caminhem na contramão de reduzir o potencial intelectual do aluno ou de uma comunidade escolar pelas métricas que preconizam a reprodução sem sentido em escalas.

Esse entendimento não somente condena a pedagogia do treinamento (FREIRE, 2005), mas requer dos seus sujeitos, entre professores e estudantes, uma nova postura frente ao seu

⁵ Cf.: Disponível em: <https://youtu.be/mAAIWnzIR4M>.



processo contínuo de Formação em Matemática. Exige de ambos uma postura engajada e responsabilmente crítica com a realidade, em vez de simplesmente executarem tarefas que não se justificam, sem haver planos de ação efetivos. Isso se instaura porque, “propor um tema predeterminado que pretende abordar um problema real de uma comunidade banaliza e contradiz o caráter dialógico do empreendimento educacional” (BLIKSTEIN, 2008, p. 840).

Com lentes centradas nas produções científico-tecnológicas, compreendemos que o processo de invenção de jogos digitais e dispositivos robóticos, destinados preponderantemente aos impactos sociais, podem estimular o questionamento crítico e a sistematização de conhecimentos científicos *teórico-aplicados* e o bem comum à vida (AZEVEDO, 2022). Tal processo não se isenta da valorização contínua da criação de estratégias de Matemática, caracterizando uma formação acadêmica não encapsulada em códigos ou reduzida burocraticamente em formalidades de programação e Matemática. Existe uma proposta autêntica de pensar e criar com a Matemática. O processo de formação não se limita à dicotomia teoria-prática uma vez que a relevância social se constitui como um ingrediente fundante do processo de aprendizagem em Matemática (AZEVEDO; 2017; RESNICK, 2017; D’AMBROSIO; 2009; AZEVEDO; MALTEMPI, 2018; 2019; 2021). Há um propósito formativo bem definido à relevância social a partir da originalidade de invenções mediante a integração da Matemática e Computação. Coexiste uma motivação extrínseca envolvida em não somente ver a aplicação de um conteúdo em si em sala, mas de desenvolver algo por meio dele.

A respeito disso, compreendemos que os “parâmetros de sucesso” precisam ser repensados pelas universidades, escolas e comunidades simbioticamente de modo a compreender primeiro o que se entende por uma Formação em Matemática significativa, para depois saber se podemos reduzi-la à régua graduada. Diferentemente disso, é o de estimular uma geração de jovens que sejam criativos, respeitosos e que, em comunidades, possam desenvolver coisas úteis ao mundo.

Referências

AZEVEDO, G. T. **Processo formativo em Matemática: invenções robóticas para o Parkinson**. Rio Claro: UNESP, 2022. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto

de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2022.

AZEVEDO, G. T. **Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem**: possibilidades e desafios. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2017.

AZEVEDO, G. T.; MACHADO, J. P. R.; LYRA-SILVA, G. M. V. Processo de construção de conhecimento matemático: algoritmos e jogos digitais. Em Teia - Revista de Educação Matemática E Tecnológica Iberoamericana, v. 11, p. 1-23, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/242010/pdf> Acesso em 15 mai. 2022.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V.; POWELL, A. Contexto Formativo de Invenção Robótica-Matemática: Pensamento Computacional e Matemática Crítica. **Bolema** [online]. 2022, vol.36, n.72, pp.214-238. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v36n72a10>. Acesso em 17 out. 2022.

AZEVEDO, G. T., MALTEMPI, M. V.; LYRA-SILVA, G. G. M. V. Processo formativo do aluno em Matemática: jogos digitais e tratamento de Parkinson. **Zetetike**, 26(3), 2018. <https://doi.org/10.20396/zet.v26i3.8651962>. Acesso em 10 abr. 2019.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V. Invenções robóticas para o Tratamento de Parkinson: pensamento computacional e formação Matemática. **Bolema** [online]. 2021, vol. 35, n.69, pp.63-88. Abr., 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a04>. Acesso em 10 out. 2021.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V. Processo Formativo em Matemática e Robótica: Construcionismo, Pensamento Computacional e Aprendizagem Criativa. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 7, p. 85-227, 2020. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14857>. Acesso em 25 abr. 2021.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V. Produções criativas de matrizes e de transformações geométricas com metodologias ativas. **BoEM**, Joinville, v.7, n.13, p. 100-119, jul/ago2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5965/2357724X07132019100>. Acesso em 11 mai. 2020.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V.; LYRA, G. M. V (2019). Computational thinking and Active Learning in Mathematics as a contribution to the treatment of Parkinson's disease. In: **Science and mathematics education in the 21st century**, 2019, Braga. Braga: Universidade do Minho, p. 75-76.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V.; LYRA, G. M. V.; RIBEIRO, J. P. M. Produção de games nas aulas de Matemática: por que não? **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, p. 950-966,



set./out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss5id4152>. Acesso em 15 nov. 2020.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V.; LYRA, G. M. V.; RIBEIRO, J. P. M (2020). Aprendizagem Matemática e tecnologias digitais: invenções robóticas para o tratamento de Parkinson. **Paradigma**, Maracay, v. 1, p. 81-101, 2020. Disponível em: <http://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/article/view/818/844>. Acesso em 10 abr. 2021.

AZEVEDO, G; MALTEMPI, M.V. Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional. **Ciência & Educação (ONLINE)**, v. 26, p. 1-18, 2020. < <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v26/1516-7313-ciedu-26-e20061.pdf> >. Acesso em 10 fev. 2021.

BARBOSA, F. C. **Rede de Aprendizagem Robótica**: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens. Uberlândia: UFU, 2016. Tese (Doutorado em Educação), Programa de Pós-Graduação em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

BLIKSTEIN P. Travels in Troy with Freire: Technology as an agent for emancipation. In: Noguera P. & Torres C. A. (eds.) **Social justice education for teachers: Paulo Freire and the possible dream**. Rotterdam: Sense, 2008, p. 205–244.

BLIKSTEIN, P., VALENTE, J., MOURA, E. M. Educação Maker: onde está o currículo? **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n.2, p. 523-544. abr./jun.2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/48127/32229>. Acesso em: 13 abr. 2020.

BRASIL, Lei n. 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília: Senado Federal, 2ª ed., 2018. Disponível: < https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei_de_diretrizes_e_bases_2ed.pdf > Acesso em: 10 de junho de 2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-matematica-e-suas-tecnologias> >. Acesso em: 14 jan. 2022.

D'AMBROSIO, U; D'AMBROSIO, B. S. (2013). The role of ethnomathematics in curricular leadership in mathematics education. **Journal of Mathematics Education at Teachers College**, New York/NY, v.4, n. 1, p.10-16.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática**: Campinas, SP: Papirus, ed.17, 2009.
FIORENTINI, D. A. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino da Matemática no Brasil.. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 3, n.2, p. 1-36, 1995.

DEWEY, J. **Democracy and education**. New York: The Free Press, 1916. Disponível em: < <https://www.gutenberg.org/files/852/852.txt> >. Acesso em: 03 de nov. de 2021.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 2ed. Campinas: Autores Associados, 240 p., 2009.

FREIRE, P. (2005). **Pedagogia da autonomia** – saberes necessários à prática educativa. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

FREITAS, L. C. **Base Nacional (Mercadológica) Comum**. Blog do Freitas. 2015.

Disponível em: <https://avaliacaoeducacional.com/2015/07/20/base-nacional-mercadologica-comum/>. Acesso em: 06 jan. 2022.

FURLETTI, S. **Exploração de tópicos de Matemática em modelos robóticos com utilização do Slogo no ensino médio**. Belo Horizonte: PUCMG, 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Acesso em: 06 jan. 2020.

HALVERSON, Erica R.; SHERIDAN, Kimberly M. The maker movement in education. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; Borba, M. C.. (Org.). **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2012, p. 287-307.

MONTESSORI, M. **Spontaneous activity in education**. New York: Schocken Books, 1965

OLIVEIRA, A. D. **Robótica nas aulas de Matemática**: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções. Campina Grande: UEPB, 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

ONU. **Assembleia Geral das Nações Unidas**. Educação de Qualidade. 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

PAPERT, S. **A máquina das Crianças**: repensando a escola na era informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008. Publicado originalmente sob o título de: **The children's machine**: rethinking school in the age of the computer. New York, Basic Books. 1993.

PAPERT, S. An exploration in th espace of mathematics educations. **Internacional Journal of Computers for Mathematical Learning**, p. 95-123, 1996.

PAPERT, S. **Instrucionismo versus Construcionismo**. In: PAPERT, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.



PRISMA. Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analyses. Disponível em: < <https://www.prisma-statement.org/> >. Acesso em: 10 nov. 2022.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten**: cultivating Creativity through projects, passion, peers and play. 1. ed. Cambridge, Ma: MIT Press, 2017.

RODRIGUES, M. M. **Modelagem Matemática da voz, trigonometria e robótica**: atividades interativas. Uberlândia: UFU, 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SANTOS, W. S. **D.O.M.**: Um modelo de game pra a aprendizagem das funções quadráticas no ensino médio. Salvador: SENAI, 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2014.

VALENTE J. A.; BLIKSTEIN P. Maker education: Where is the knowledge construction? *Constructivist Foundations* 14(3): 252–262, 2019. Disponível em: <https://constructivist.info/14/3/252>. Acesso: 23 de dez. 2019

Artigo submetido em: 30/10/2022

17

Artigo aceito em: 27/12/2022



Artigo publicado em: 01/02/2023