



Processo Formativo do Aluno em Matemática: Jogos Digitais e Tratamento de Parkinson

Student Formative Process in Mathematics: Digital Games and Parkinson's Treatment

*Greiton Toledo de Azevedo*¹

*Marcus Vinícius Maltempi*²

*Gene Maria Vieira Lyra-Silva*³

Resumo

Este trabalho busca compreender o processo formativo de alunos da Educação Básica para além das práticas usuais de sala de aula de matemática, envolvendo a produção de jogos digitais e seu uso com pacientes de Parkinson. Tal iniciativa foi realizada no âmbito do Projeto de extensão Mattics, do Instituto Federal Goiano, Campus Avançado Ipameri, em uma escola pública da região metropolitana de Goiânia, norteadas pela pesquisa qualitativa. Os dados produzidos foram analisados a partir de elementos do Construcionismo e do Turbilhão de Aprendizagem identificados nas atividades mobilizadas além dos aspectos sociais e humanos tecidos ao longo da formação do aluno. Os resultados obtidos com a análise de dados indicam elementos do ambiente criado que atuam como contexto e motor para a produção de significados em matemática pelos alunos, evidenciando a relevância de uma formação contextualizada e atuante.

Palavras-chave: Formação em Matemática, Programação de jogos, Construcionismo, Doença de Parkinson.

Abstract

This work seeks to understand the formative process of Basic Education students in addition to the usual math classroom practices, involving the production of digital games and their use with Parkinson's patients. This initiative was carried out within the Mathematics Extension Project of the Goiano Federal Institute, Advanced Ipameri Campus, in a public school in the metropolitan region of Goiania, guided by qualitative research. The data produced were analyzed from elements of the Construction and Learning Turbulence identified in the activities mobilized beyond the social and human aspects fabricated throughout the student's formation. The results obtained with the data analysis indicate elements of the created environment that act as context and motor for the production of meanings in mathematics by the students, evidencing the relevance of a contextualized and active formation.

Keywords: Mathematics Training, Game programming, Construction, Parkinson's disease.

Submetido em: 27/06/2018 – **Aceito em:** 08/12/2018 – **Publicado em:** 12/12/2018

¹ Doutorando em Educação Matemática na Universidade Estadual Paulista (Unesp). Docente do Instituto Federal Goiano, Ipameri, GO - Brasil. e-mail: greiton.azevedo@ifgoiano.edu.br

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Docente na Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro, SP - Brasil. e-mail: maltempi@rc.unesp.br

³ Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Docente na Universidade Federal de Goiás (UFG), Samambaia, Goiânia, GO - Brasil. e-mail: gene.lyra@gmail.com

Palavras iniciais: Produção de Jogos nas Aulas de Matemática e Parkinson

Embora o uso de jogos digitais⁴, tanto em pesquisas acadêmicas, quanto em projetos alicerçados no chão da escola e espaços não formais, tem se intensificado e se mostrado, em diferentes contextos, relevante nos processos de ensino e de aprendizagem de matemática (Azevedo, 2017) é preciso, ainda, reconhecer que a sua incorporação não se trata de apenas apertar o botão e deixar que a máquina faça tudo para o professor e aluno. A sua incorporação se mostra como possibilidade de aprendizagem, que deve ter objetivos muito bem definidos para não se reduzir ao compasso da transmissão e da repulsa do fazer e aprender matemática.

É uma ação que pode ser, quando inserida em um movimento construcionista de aprendizagem, desenvolvida não de forma linear e isolada pelo professor, mas antes, debatida/refletida e sistematizada em movimento com os seus pares. Ainda que a produção do jogo digital tenha apresentado bons resultados no desenvolvimento de competências em atividades escolares, muitas das ações os tratam como meros transmissores de conteúdos (Azevedo, 2017, Valente, 2016, Maltempi, 2012). Por isso, reconhecemos, em diálogo com as ações que vêm sendo realizadas no projeto Mattics desde 2015, que se faz necessário envolver o aluno no processo de produção, no qual tanto professor quanto estudante caminhem juntos e se responsabilizem mutuamente pelo processo de significados e de aprendizagem. Isso porque o grande potencial do uso da tecnologia digital não está no produto final, mas se mostra fortemente presente ao longo de todo processo de construção/aprendizagem, formando “alunos críticos, conectados às novas tecnologias e capazes de selecionar conhecimentos para serem utilizados em um dado problema” (Borba, Scucuglia & Gadanidis; 2014, p. 20).

O Mattics⁵ é um projeto de extensão do Instituto Federal Goiano que nasceu de uma pesquisa (Azevedo, 2017) e desde então tem possibilitado aos estudantes da Educação Básica de uma escola pública, localizada em uma cidade da região metropolitana de Goiânia, construir criticamente jogos digitais ao mesmo tempo em que desenvolvam competências do saber e fazer matematicamente. Ele se organiza no sentido de contribuir para formação do estudante a partir do desenvolvimento de artefatos eletrônicos e robóticos que têm auxiliado no tratamento da doença de *Parkinson* de pacientes em um hospital público no estado de Goiás.

Desta forma, este trabalho discute o processo da formação do aluno para além dos conteúdos matemáticos, à luz da produção de jogos digitais na Educação Básica. Evidencia o desenvolvimento de jogos e seu uso com pacientes de Parkinson como contexto e motor para a produção de significados em matemática. Ao evidenciarmos alguns dados desta

⁴ Neste trabalho, faremos o uso do termo “jogo digital” como sinônimo de “game” ou “jogo eletrônico”.

⁵ Projeto vencedor do prêmio Desafio Aprendizagem Criativa Brasil 2017, promovido pela Fundação Lemann, pelo MIT Media Lab. e pela Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa, e do Prêmio Educador Nota 10 de 2016, da Fundação Victor Civita em parceria com a Associação Nova Escola e Fundação Roberto Marinho. As ações e atividades do Projeto Mattics podem ser acessadas em: <www.mattics.com.br>.

experiência, trazemos recortes⁶ das falas dos alunos ao produzirem seus jogos digitais, além da interação destes com pacientes no hospital. Procuramos, assim, evidenciar tais produções aliadas aos conteúdos matemáticos à luz das ideias construcionistas (Papert, 1993, 2008; Maltempi, 2012; Rosa, 2008; Azevedo, 2017; Valente, 1999, 2016). A partir do intercruzamento entre produção de dados e análise, apresentamos indícios da formação do aluno que se mostra menos restrita ao conteúdo e mais atuante quando se cria jogos que auxiliam no combate à doença.

Ressaltamos que o trabalho não concentra esforços em apontar estratégias de ensino, mas de explorar a formação do aluno para além dos conteúdos programados de matemática, dando mais contexto e significado à matemática. Deste modo, focamos nas duas principais etapas da construção de um jogo digital, produzido pelos alunos no Mattics, e o seu uso como possibilidade para o tratamento da doença de *Parkinson* de pacientes do *hospital do Idoso*.

O Ensino de Matemática além dos Muros Escolares

As pessoas que sonharam em fazer máquinas voadoras olharam para os pássaros com o mesmo espírito que quero olhar para os exemplos de aprendizagem bem-sucedida. Contudo, não foi suficiente simplesmente observar e copiar que tomaram o caminho errado ao pensar que a essência do voo dos pássaros era o de bater das asas. Os pássaros podem voar sem bater as asas! (Papert, 2008, p. 40).

A metáfora de Seymour Papert, as máquinas voadoras, nos possibilita iniciar o nosso diálogo pensando sobre os modos de aprendizagem bem-sucedidos e que podem nos inspirar a seguir o caminho a partir da produção de jogos nas aulas de matemática que sirvam como contribuição local à comunidade. Modos estes que não se reduzem à cópia e que nem tenham a força de banalizar o poder da observação, do pensamento, dos processos de *deapuração*, aprendizagem e transformação de uma realidade, mesmo que sejam pequenos. As pessoas sonharam em construir uma máquina que voasse e depois de muitas tentativas frustradas conseguiram deixá-la nas alturas. No entanto, não foi simplesmente copiar os pássaros que a colocaram entre as nuvens; pelo contrário, foi preciso ir muito além disso. Assim também é o processo de aprendizagem que ultrapassa os muros da escola, não basta apenas repetir o que a tradição sedimentou, pois isso nos priva do privilégio de alçar altos voos e vislumbrar o novo.

Ao trabalhar com a metáfora dos pássaros e as máquinas voadoras, Papert se referia também à ideia de que, se até hoje o uso das tecnologias digitais não tenha possibilitado satisfatórios resultados à aprendizagem do estudante, isso não significa dizer que sua contribuição sempre será a mesma. Não é apenas observar e copiar o que se faz hoje com elas, mas, sim, a de propor caminhos que legitimem a sua contribuição no processo de aprendizagem situado nos ambientes escolares e fora deles. O problema não é, nem de longe, a tecnologia digital, que também não é vista por nós como solução, mas muitas vezes é a forma como ela é utilizada e como ela é compreendida durante o processo formativo.

⁶ Todos os recortes que incluem fotografias e transcrições, neste trabalho, foram autorizados para publicação pelos participantes da pesquisa e firmados mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Precisamos pensar a sala de aula como lugar de produção de diversos saberes que não necessariamente se encerre a ela – assim como algo cabal. É preciso fazer dela um lugar para se vivenciar a educação como modo de vida, e não como conhecimento metódico ou estritamente técnico. A aula de matemática não poderia ser diferente desta lógica de pensamento. Pode ser um lugar fértil para a produção de conhecimento e que este possa ser usado em sociedade. Isso significa viver experiências múltiplas a partir da educação, que vão além do conteúdo em si (Maltempi & Mendes, 2016).

Nesse sentido, em diálogo com as ideias de Papert (2008) e Freire (1981, 2011), compreendemos que a visão de ensinar matemática com a produção de jogos digitais que vá além dos muros da escola não deve ser resumida no ato de transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua construção significativa, favorecendo uma proposta educadora que incorpora em suas diretrizes a leitura de mundo do estudante, sua visão crítica da realidade.

O ato de aprender matemática no ambiente construcionista a partir da produção de jogos, não deve ser encarado como um movimento que se reduza ao modelo bancário, no qual pequenas porções de informações seriam depositadas na mente dos alunos, na mesma conformidade que aconteceria com o dinheiro em uma conta bancária (Freire, 2011). Aprender matemática pode ser um processo ativo que envolva o aluno ao longo do processo, incentivando o questionamento, a curiosidade, as diferentes formas de pensar sobre um contexto.

As produções de *games* não são apenas um instrumento para se ensinar as mesmas coisas e os mesmos conteúdos de matemática de outra forma, mas são situações que mobilizam os conhecimentos dos aprendizes e os encorajam a pensar de forma crítica e criativamente sobre eles (Azevedo, 2017). Pensar sobre os conteúdos curriculares e utilizá-los ao longo da produção do jogo é muito diferente do que simplesmente repeti-los ou reproduzi-los em um exercício mecânico qualquer. Isso porque a produção do jogo digital, apesar de seu caráter lúdico e atraente, exige esforço, disciplina e concentração. Exige ação diferente para que o desafio proposto seja alcançado e as metas de aprendizagem sejam superadas.

E é nesse sentido que lançamos luz à compreensão da nossa região de pesquisa, à produção de jogos digitais em um ambiente de aprendizagem que vá além dos muros da sala de aula. Um movimento que ofereça não só novas estratégias de ensino, mas que possibilite o aluno a ter formação mais ativa, contextual e menos isolada no que se refere ao conteúdo. Desta forma, reconhecemos que a construção de jogos não deve se limitar ao conteúdo matemático, mas oportunizar ao estudante pensar em ter um olhar menos limitado e mais problematizado. Ter a chance de vislumbrar amplos olhares que não se encerrem aos testes standardizados. Isso porque concebemos a sala de aula como espaço formativo e não de treinamento, a compreendemos como um lugar para que o aluno desenvolva ideias e o seu potencial criativo, e que isso possa trazer contribuições à sociedade. Um espaço que proponha a busca por diferentes estratégias e soluções, articulando uma formação voltada à interação, ao diálogo e a construção de ideias-equipamentos que possam ajudar ao outro.

Mattics: Cenário de formação e o Tratamento da Doença de Parkinson

O Mattics, sendo um projeto de extensão do Instituto Federal (IF) Goiano, se constitui como cenário de pesquisa e formação. Propõe a construção de conhecimento matemático e a produção de tecnologia utilizando programação, robótica e materiais de eletrônica em situações investigativas e criativas. Uma das principais construções mobilizada neste ambiente, desde 2015, é a produção do jogo digital feito pelos próprios alunos. Alguns desses jogos são utilizados como possibilidade para o tratamento de pacientes com Parkinson em hospitais, favorecendo formação menos isolada, mais ampla e dialógica.

A doença de Parkinson é, conforme Camargos *et al* (2004) e Gonçalves *et al* (2011), uma doença neurológica de caráter crônico-degenerativa progressiva que acomete um em cada mil sujeitos da população geral. Suas causas podem se dar por diversas razões, como fatores genéticos, toxinas ambientais, alterações do envelhecimento, estresse, etc. Um dos principais agravantes da doença é o sintoma relacionado às capacidades motoras. Os sintomas motores cardinais são: tremor em repouso, rigidez muscular, bradicinesia (lentificação da ação do movimento) e disfunções posturais (Santana *et al*, 2015, p. 50). Para além dos sintomas motores estão as disfunções neuropsiquiátricas, como alterações cognitivas, dificuldade de concentração, atenção, problemas de memória recente, dificuldade de raciocínio (como cálculos matemáticos), além de ações/atividades que exigem orientação espacial.

Tendo em vista os fatores da doença de Parkinson associados à degeneração das capacidades motoras e mentais, os jogos digitais produzidos no Mattics pelos alunos em parceria com a *Rede de Aprendizagem Criativa Brasileira MIT*, são usados como forma de interação com os pacientes, que, estes são encorajados a mexer, dançar, pular, concentrar, analisar eventos e refutar informações não condizentes com o objetivo do jogo. Estes jogos têm ajudado os pacientes no tratamento da doença, facilitando a interação e dinâmica que reúne elementos da fisioterapia, do âmbito: da concentração, do movimento, diálogo e motivação.

As oficinas elaboradas com o uso destes jogos no hospital indicam potencial para a redução e controle da lentidão de movimentos e tremores a partir de gestos físicos incorporados por profissionais da área. Os jogos produzidos têm múltiplos níveis de dificuldade para que a equipe clínica possa personalizá-los aos movimentos/habilidades específicas a cada portador da doença. Nesse sentido, o jogo digital não é usado de forma independente e isolado, é mobilizado pela interação entre os alunos e pacientes, que conta com o apoio de diferentes profissionais voluntários, entre médicos, enfermeiros, fonoaudiólogos, professores e pesquisadores, técnicos em enfermagem, programadores, matemáticos, entre outros.

Os jogos são percebidos como objetos de interação. Aliados aos sensores eletrônicos desenvolvidos no Mattics em parceria com o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT, *Massachusetts Institute of Technology*), espécies de infravermelhos, eles fazem leitura do corpo do paciente, que interagem e movimentam seus corpos de acordo com o objetivo de

cada jogo. Tais movimentos se constituem como possibilidades de ações importantes ao tratamento da doença, conforme área clínica do projeto. Isso porque tais movimentos ativam a concentração do paciente, incentivam movimentos coordenados, além de contribuir para o desenvolvimento cognitivo. Diante disto, avançamos à próxima seção que apresenta o percurso metodológico desta experiência, destacando o cenário de pesquisa.

O cenário de pesquisa: o ambiente construcionista e os pesquisados

Olhamos para a formação dos estudantes a partir da produção de jogos digitais utilizando conceitos matemáticos e de programação mobilizados no *Mattics*. Um processo formativo que busca conferir aos seus sujeitos autonomia e participação ativa na aprendizagem contextual. Em forma de recorte, discutimos a construção de um jogo, *Pingue-Pongue*, feito pelos alunos, bem como o uso deste na interação dos alunos com os pacientes.

As ações mobilizadas tanto no projeto *Mattics* quanto no hospital se apoiam nas ideias construcionistas. O Construcionismo nega a transmissão de conhecimento (Papert, 2008) e põe em suspensão o valor da instrução domesticada. O conhecimento não é descoberto e nem é transmitido de uma pessoa para outra.

O Construcionismo é uma teoria de aprendizagem em que a formação do aluno é vista como uma interação dinâmica, permeada por significados que se atualizam conjuntamente a construção de artefatos que podem ser compartilhados e discutidos com outras pessoas (Azevedo, 2017). O aprendizado deve ser “um processo ativo, em que os aprendizes ‘colocam a mão na massa’ na produção de artefatos [que pode ser um jogo digital, um robô, um sensor, etc.], em vez de ficarem sentados atentos a fala do professor” (Maltempo, 2012, p. 288).

Sendo Teoria de Aprendizagem, o Construcionismo considera que o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido de uma pessoa para outra, uma vez que cada sujeito faz a releitura pessoal das ações interpretadas e vivenciadas. Para compreender a construção do conhecimento do aluno em matemática e seu processo formativo, lançamos luz ao *Turbilhão de Aprendizagem* (TA) (Rosa, 2008), que não se limita na relação aluno-computador na produção do jogo e se mostra dialógica, destacando as seguintes ações: *descrição/expressão*, *execução compartilhada*, *reflexão/discussão* e *depuração compartilhada* (Rosa, 2008). A interação do aluno vai além da construção do jogo, pois ao longo do processo compartilha e aprimora ideias coletivamente.

A *descrição/expressão* implica no processo da argumentação das ideias e do pensamento do coletivo, não apenas do aprendiz, no qual uma das principais linguagens utilizada é a oral. A *depuração compartilhada* se mostra presente no coletivo e não somente na relação restrita do aprendiz com o seu computador ao criar determinado jogo digital. É empreendida como ação de aprendizagem que percorre a ação de depurar suas produções e ideias. Considerando ainda o coletivo formado pelas mídias e pelos humanos há *execução compartilhada*, na qual a linguagem de programação, pelo computador, não é única (Azevedo, 2017). Há várias outras ferramentas de execução com lápis, papel, etc. Enquanto a *reflexão/discussão* está alicerçada no entendimento de que “[...] o debate de ideias

subentende a própria reflexão” (Rosa, 2008, p. 128) do aprendiz. A reflexão não se torna, então, “isolada” do aprendiz com seu computador, mas se mostra potencialmente pela troca de ideias/reflexões no coletivo.

Tendo assumido a formação do aluno em matemática a partir da produção de jogos de forma coletiva como campo investigativo, pondera-se que essa região se mostra de modo qualitativo. A partir deste cenário, nossa investigação se sustenta numa perspectiva naturalística de investigação, pois buscou “[...] atingir aspectos humanos sem passar pelos crivos da mensuração, sem partir de métodos previamente definidos” (Bicudo, 2006, p. 107). Ao assumir o caráter qualitativo, colocamos um olhar mais atento frente aos acontecimentos da produção de dados e análise do campo de pesquisa. Negamos a neutralidade do pesquisador no processo investigativo e consideramos que há sempre um aspecto subjetivo a ser considerado.

A pesquisa contou com a participação de 25 alunos da segunda fase do Ensino Fundamental e 10 idosos que são portadores da doença de Parkinson. Produzimos tanto registros dos alunos; quanto dos idosos, além dos profissionais – área educacional, médica e clínica. Utilizamos diferentes materiais de coleta, como entrevistas, transcrições, filmagens, além dos cadernos de memórias nos quais eram registradas as ideias/estratégias/impasses dos alunos.

Chamaremos os participantes da Pesquisa de M (Matticker) acrescido de um número, tal que $1 \leq n \leq 25$, assim como são chamados no Projeto. Por exemplo, M4: Matticker 4. Os cadernos de memórias dos sujeitos (Mattickers) são representados por CMM nº. Os dados coletados foram analisados em consonância com nosso referencial teórico. Os demais profissionais; que participaram da pesquisa, profissionais da área clínica e professores do projeto, serão chamados pelo próprio nome ao decorrer da descrição-analítica.

Estruturamos a seção da análise em dois principais momentos, desde a produção do jogo pelos alunos no Mattics até o seu uso no hospital. Analisamos, inicialmente, o processo de aprendizagem do aluno em matemática a partir da produção do jogo Pingue-Pongue utilizando o *Scratch* – uma produção que se caracteriza para além do conteúdo de matemática. Vale ressaltar que o *Scratch* é uma linguagem de programação, formada em blocos que se encaixam, e foi desenvolvida pelo grupo *Lifelong Kindergarten* MIT. No *Scratch* o usuário precisa apenas arrastar blocos gráficos e os encaixar de forma lógica e intuitiva para formar o programa, como se fosse o brinquedo Lego.

No segundo momento, articulamos o processo da formação do aluno em matemática a partir do uso do jogo Pingue-Pongue no hospital. Evidenciamos os movimentos que relacionam a interação dos alunos, profissionais da área da saúde e pacientes, norteados pelos materiais produzidos na pesquisa. Destacamos os registros e, a partir dos dados identificados, apontamos os efeitos destas interações como contribuição à formação do aluno e ao tratamento da doença.

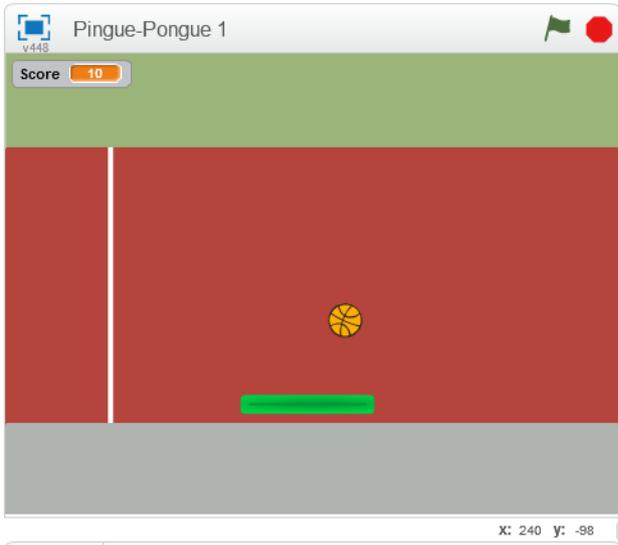
Recortes: produção do jogo Pinguie-Pongue e a sua utilização no hospital

O *Pinguie-Pongue* é um tipo de jogo que foi construído pelos alunos e utilizado no tratamento da doença de *Parkinson* em forma de fisioterapia aliado a uma série de movimentos específicos e coordenados por profissionais da área clínica. Assim, na primeira etapa focamos a formação do estudante quanto à construção de conhecimento matemático a partir da produção do jogo no *Mattics*. Na segunda etapa, concentramos esforços na interação entre os participantes quanto ao tratamento da doença.

Produção do jogo Pinguie-Pongue no *Mattics*: Matemática e Programação *Scratch*

A partir da construção do jogo *Pinguie-Pongue*, ao longo de 10 encontros de aproximadamente duas (2) horas cada, apresentamos elementos identificados na pesquisa quanto à formação do aluno em matemática, que vão além dos conteúdos programados. Inicialmente, identificamos que a formação do aluno se mostra dinâmica, marcada por passos não sequenciais, na qual se apresenta por meio de diálogos, proposições de ideias, erros e questionamentos. Isso é notado no diálogo entre os alunos quanto à produção do algoritmo da raquete em relação à bola. Percebemos que, mesmo depois do algoritmo pronto, as discussões se mostram ativas. Não há uma sequência de conteúdo explícito. Subverte-se a lógica do conceito, exemplo e exercício (Quadro 1).

Quadro 1 – Discutindo o movimento da bolinha em relação à raquete

Interface do jogo: Pinguie-Pongue	Programa do movimento da bolinha
	
Diálogos no projeto (transcrito)	
Mattickers construindo o algoritmo do movimento da bolinha junto à turma mediado pelo Professor	
<p>M5: Espera aí... a bolinha está errada... a gente precisa definir uma posição antes. Faltou isso. Tem que ter a posição inicial de coordenadas, se não a bolinha não vai começar no lugar certo... Tipo, o jogador quando começar a jogar tem que começar numa posição estratégica [em cima da raquete] se não ele perde...</p>	
<p>M8: Isso mesmo, a gente precisa determinar uma posição inicial pra bolinha.</p>	
<p>M6: Só colocar uma posição, pode ser o ponto [-1,-64], que fica aí em cima da raquete. Fiz aqui!</p>	
<p>M5: [Faz a leitura dos comandos à turma] Primeiro a gente aperta bandeira verde, o ponto zero. Depois entra no laço de repetição, caso a bolinha bata [encoste] na raquete então vai funcionar a condição [Se... Então], daí a bolinha vai girar de 0 a 180 graus, depois vai tocar o som [zoop] e depois adicione um ponto</p>	

Prof: Vamos pensar na variação do ângulo da bolinha... Quando a bolinha tocar na raquete tem de ser quanto? Tínhamos antes discutido sobre a variação de 0 a 180°. Mas, esse intervalo [dos ângulos] pode aumentar?

M5: A gente colocou até 180 [graus], nosso grupo decidiu. Mas, pode ser qualquer valor. A gente fez muitos testes, e deu certo. Porque é abertura... A bolinha pode ir para qualquer lugar

Prof: É a abertura do ângulo, mas se for mais de 180°, o que acontece com a bolinha?

M4: Ela vai pra baixo. Quando bater [na raquete] a bolinha não vai só pra cima.

Prof: Isso mesmo... Porque 180 mais 180 [180 + 180] é 360 [volta completa]... Testa aí esses comandos, vê se funciona. Coloca só valores entre 0 e 180 e veja a direção da bolinha, depois faça com a abertura maior...

M4: [mas] ela vai pode ir pra baixo... daí, o jogador pode perder... bate e vai pra baixo [teste]

Fonte: Dados da pesquisa de doutorado, em desenvolvimento, do 1º autor.

Ao analisarmos a fala do M 5, que havia esquecido de definir uma posição inicial para a bolinha, “Espera aí, a bolinha está errada, a gente precisa definir uma posição antes, faltou isso, tem que ter a posição inicial de coordenadas”, evidenciamos elementos do processo de depuração/compartilhada. Isso é possível ser notado, à luz do Turbilhão de Aprendizagem TA, uma vez que permite a relação entre os alunos não só os permite revisar suas ideias em coletivo, mas refletir sobre o seu erro e pensarem em uma nova estratégia para consertá-lo e superá-lo. O processo de depurar favorece o aluno a “[...] buscar informações que lhe faltam e requer também reflexões sobre os erros cometidos e as formas possíveis de corrigi-los” (Maltempo, 2005, p. 271).

Embora a busca pela informação se mostrou instantânea e não sequencial, os estudantes precisaram associar a posição do personagem dentro de um sistema de coordenadas cartesianas com a ideia de programação. É o tipo de reflexão que foi realizada tanto pelo estudante que notou seu erro, quanto pelo outro aluno que o percebeu. O M5 ao ler o seu código notou seu erro antes dele ter sido executado pelo programa Scratch. Ele observou o seu algoritmo de programação e discutiu a forma como pensou para resolvê-lo, o que nos mostra ausência predominante de sequência predeterminada de etapas. Percebe-se que não necessariamente aconteceu a execução/expressão como forma linear à reflexão/compartilhada.

A discussão é ampliada quando o M 6 apresenta possível solução ao algoritmo “Só colocar uma posição, pode ser o ponto $[x = -1, y = -64]$, que fica aí em cima da raquete...”. A discussão de ideias mobilizada pelos alunos é conhecida como processo de depuração compartilhada, uma vez que “[...] se forma no coletivo entre os participantes e não mais somente a relação entre o computador e o aprendiz [...]” (Rosa, 2004, 2008). Nesse caso, o processo de depuração/compartilhada entre os participantes parte de uma ação reflexiva específica sobre o algoritmo, antes mesmo da sua execução no programa *Scratch*. Essa ação de reflexão não foi necessariamente isolada, mas estendida entre os integrantes do Mattics.

Um dos comandos que se destaca como reflexão/discussão e descrição/expressão à construção de conhecimento matemático é a ideia da variação do ângulo da bolinha, que é definido pela amplitude entre $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ (onde α é um ângulo). O professor-pesquisador questiona o valor dessa abertura, enquanto o M5 reafirma que caberia qualquer valor, uma vez que bolinha poderia se direcionar para múltiplos lugares e assumir qualquer posição no palco. No entanto, essa percepção é confrontada pelo M4 que reafirma “[mas], ela vai pode ir pra baixo... daí, o jogador pode perder... bate e vai pra baixo [teste]”, reafirmando que qualquer valor não serviria, pois a bolinha, ao tocar na raquete, poderia ir para baixo, e,

assim, faria com que o jogador perdesse a jogada. O que se nota aqui não é necessariamente um erro conceitual dos discursos apresentados pelos participantes da pesquisa, mas, antes, um ponto de referência. São estratégias que se definem pelo coletivo e no coletivo se decide a melhor forma que o algoritmo pode se estabelecer. Não há erros, há caminhos que precisam ser definidos.

Entendemos que esse momento de discussão/expressão entre os estudantes muito mais do que usar o conceito de ângulo, foi preciso relacioná-lo com a direção da bolinha. É uma forma mobilizada pelo ambiente de aprendizagem e que permitiu aos alunos analisarem as diferentes direções do objeto ao executar as suas hipóteses no coletivo utilizando o *Scratch*. Essa situação oferece ao aluno oportunidade para aprender determinado conceito ou aprimorar o que já se sabe na solução de um problema encaminhado (Valente, 2016).

Enquanto um aluno defendia a ideia de que a bolinha deveria sempre subir, ao bater na raquete, o outro não necessariamente concordava com isso. Mais do que discutir a restrição do ângulo é notar que a discussão desses conceitos foi feita de forma articulada ao construir o algoritmo. Mostra-se um discurso entre os participantes que, ao testar algumas vezes a bolinha no programa, lhes foi permitido pensar nessa possibilidade de movimento. Possibilitaram associar o ângulo raso como uma estratégia de fazer a bolinha rebater somente para cima.

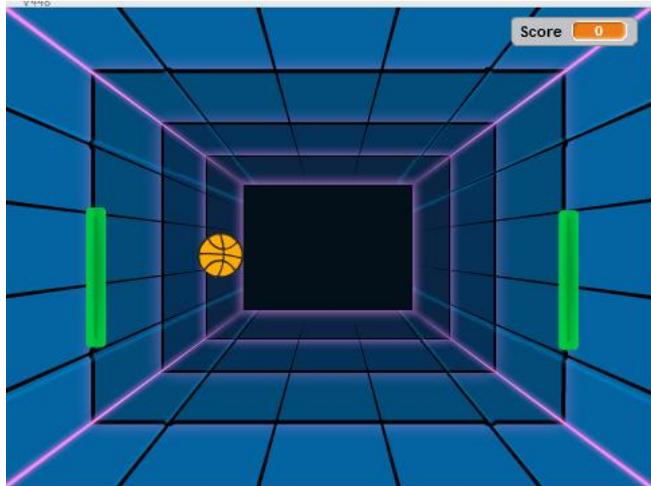
É uma situação que leva os participantes do projeto a pensar coletivamente no que se deve construir para a funcionalidade do jogo. Esse aspecto de discussão pela construção do algoritmo pode conferir ao processo de aprendizagem um caráter ativo que, segundo Rosa (2005), Papert (2008) e Azevedo (2017), constitui-se como importante característica para o processo formativo do estudante. Pois, ao mobilizar as características do fazer matematicamente, como, analisar, associar, escrever estratégias, se sujeita em um movimento ativo e participativo da construção pessoal dos significados.

A formação do aluno durante a produção do jogo *Pingue-Pongue*, não se mostra estritamente no produto final, mas se evidencia ao longo de todo o processo de organização de ideias, de estratégias e implementação destas pelos estudantes na produção e discussão em coletivo. É uma produção de muitas mãos. A construção dos significados de matemática pelo grupo de alunos se dava não só na relação entre eles e máquinas ao executar suas ideias no programa, mas também na relação de discussão entre os professores. Levando em consideração essas relações, como a explicitação do raciocínio do próprio aluno com o grupo, percebemos que havia um fator importante no processo da construção de significados em matemática.

Este fator se constitui pelo diálogo e pelos *feedbacks* entre grupos e professores. As considerações eram diversas e se consolidavam em grupos. Os grupos de alunos apresentavam o funcionamento dos algoritmos criados por eles e a partir destas explicavam as ideias de matemática mobilizadas. Outra questão que se destaca é que, ao interagir uns com outros, de forma ativa, os alunos se mostravam ávidos e atentos ao significado.

Havia não só um tipo de *feedback* durante essas construções em grupo no ambiente Mattics, mas essencialmente dois. O primeiro é a relação entre aluno e computador, baseada em resposta fiel, imediata e sempre “[...] desprovida de qualquer animosidade ou afetividade que possa haver entre o aluno e o computador [...]” (Valente, 1993, p. 5), uma vez que o computador só executa aquilo que foi implementado. O segundo tipo de *feedback*, que se caracteriza no ambiente de aprendizagem construcionista, que é permeado de subjetividade, se estrutura na relação entre pessoas. É uma resposta do que se observa e o que se pode aprimorar ao receber novas contribuições. Uma dessas situações, que trazemos como recorte, se mostra na alteração da posição da raquete sincronizada do sentido horizontal para o sentido vertical (Quadro 2).

Quadro 2 – O sincronismo das raquetes no sentido vertical (variação do y)

Interface do jogo: 2ª versão: Pingue-Pongue	Programa do movimento das raquetes
	<pre> quando clicar em [bandeira] vá para x: -162 y: 16 quando a tecla seta para baixo for pressionada adicione -40 a y se tocar na borda, volte quando a tecla seta para cima for pressionada adicione 40 a y se tocar na borda, volte </pre>
Diálogos no projeto (transcrito)	
Uma dificuldade do grupo de três Mattickers que pede ajuda ao professor-pesquisador	
<p>Prof: Pensaram na mudança de posição vertical das raquetes sincronizadas?</p> <p>M5: Sim, mas está dando errado... Agora, elas estão na vertical [mostra na tela do computador]. Mas, elas continuam [se] movendo para lá e pra cá [sentido horizontal].</p> <p>Prof: Vamos analisar o algoritmo... Olha, na horizontal o que acontecia com os valores de x?</p> <p>M16: Mudavam. A gente colocava valores negativos para ir para esquerda, e positivo à direita.</p> <p>Prof: Isso, agora veja aqui no algoritmo de vocês... O que tem de errado? [executa o algoritmo]</p> <p>M16: Ah, a raquete vai para os lados porque está com os valores de x... vamos mudar para y</p> <p>M8: [altera o comando de x para y] pronto, agora deu certo... tinha que mudar o eixo também...</p> <p>M8: Claro, tinha que ser y... é altura, porque agora [a raquete] está nesse sentido [mostra na tela]</p> <p>Prof: Isso, porque agora as raquetes sincronizadas devem ir para cima e para baixo... não para os lados...</p> <p>M16: Ah, é mesmo. Deu certo... Gente era só isso? Era só colocar pra ir para cima, então a gente tinha que ter mudado os valores de y e não só a tecla de ir para lá...</p>	

Fonte: Dados da pesquisa de doutorado, em desenvolvimento, do 1º autor.

A construção do algoritmo da raquete se efetiva na discussão entre professor-pesquisador e grupo. A partir dessa específica discussão percebe-se que o processo de depuração se apresenta por meio da experimentação e não após a reflexão/compartilhada de

algoritmos. Trata-se de um entendimento que surgiu através da execução/compreensão a partir da mudança do comando [adicione a x] para o outro comando que se referia aos valores de y [adicione a y]. Os estudantes perceberam que a raquete estava programada em x, e não em y. Nessa perspectiva, entendemos que a construção de significados matemáticos está ligada ao fazer do próprio aluno no que se refere ao movimento de executar e projetar o algoritmo na tela do programa. Firma-se em um processo ativo de participação conjunta entre professor-aluno, no qual o aluno coloca a mão na massa (*hands-on*) no desenvolvimento do seu projeto. Mas, essa construção não se deu pelo simples fato de colocar a “mão na massa”, constitui-se acima de tudo através de um processo dinâmico de compreensão e mobilização de ideias, algo que é bem diferente de colocar o aluno para fazer repetidamente algo sem significado ou um procedimento tipo receita de bolo.

É um processo que permitiu o grupo compreender o movimento da raquete em y, assim que foi projetada na tela do computador. Compreendemos que ao refletir sobre as ideias pelo *feedback* do *Scratch*, abre-se um campo de caminhos do que se podia fazer através da resposta apresentada pelo programa. A partir do movimento projetado em x, a aluna pode perceber que era necessário mudança para y, como se percebe em sua fala: “[...] tinha que ser y... é altura, porque agora [a raquete] está nesse sentido [vertical]”. Houve também uma forma de mobilizar a discussão a partir da fala do professor-pesquisador, que a leva a pensar nessa mudança a partir da identificação do algoritmo. Afinal, não é apenas o ato de inverter a raquete no jogo, é a concepção de entender a sua posição a partir de um referencial cartesiano.

Entendemos que essa situação se mostra na informalidade do discurso, mas que se efetiva pela mobilização do significado de matemática. Porque ir para cima-baixo ou ir para esquerda-direita se apresenta como uma ideia potencial em matemática. Há um conceito cartesiano muito bem definido nesse contexto que é materializado pelo discurso não formal. Aponta para uma compreensão não isolada de ideias e não formalizada de conceitos dados.

Empreende-se em um processo de articulação entre a fala do aluno e o significado. Não se exclui uma base não formalizada matemática, mas a apreende como um fator importante no processo de construção de conhecimento (Valente, 1999, 2016) e formação pela interação entre os alunos. E, é justamente essa ideia que serve como alicerce “[...] para a matemática formal, [sem] interrupção para uma melhor aprendizagem” (Papert, 2008, p. 30). A construção de conhecimento matemático que se releva na oralidade pelo discurso informal durante a produção de jogos digitais se mostra como potencial situação de construção de conceitos matemáticos específicos vinculados/confrontados com algoritmos de programação.

Muito além dessas situações específicas da construção do jogo *Pingue-Pongue* que nos permitem entender em parte como se apresenta a formação do aluno em matemática a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista, destacam-se outros elementos ao nosso campo de investigação, que se mostra como produção de um artefato digital (nesse caso, o jogo digital), que contribuam para as ações em sociedade. O jogo *Pingue-Pongue* não foi pensado apenas para se encerrar em si mesmo. Sua construção é intencional e ele foi mobilizado como forma de ser utilizado por pacientes em um hospital.

Não são situações disjuntas, uma vez que o *Pingue-Pongue* é um jogo fácil de manuseio e foi optado pelos alunos como forma de interação entre os pacientes com a doença de Parkinson. Uma interação responsável e dialógica.

Então, partimos para entender as interações dos alunos junto a estes pacientes, buscando identificar elementos desta formação conjunta, que pensa a sala de aula para além do aspecto físico, que tragam contribuições ao tratamento da doença de Parkinson. São movimentos que pensam a sala como espaço de desenvolvimento humano e intelectual.

O uso do jogo Pingue-Pongue no Tratamento de Parkinson no hospital⁷

Para criar os games, uma responsabilidade dos alunos é, desde o início, pensar sempre em usar uma temática que façam os jogadores se conscientizarem de um problema, como questões ambientais e de saúde pública, dentre outras. Uma destas principais questões que se mostra permanentemente presente no Mattics é a produção de jogos que atendam as sessões de fisioterapia como possibilidade de ajudar os pacientes portadores da doença de Parkinson (Quadro 3).

Quadro 3 – Recortes: produção de jogos no Mattics e seu uso no hospital



Fonte: Dados da pesquisa de doutorado, em desenvolvimento, do 1º autor.

Observa-se, no Quadro 3, duas imagens; a do lado esquerdo, ilustra a produção dos jogos digitais feito pelos alunos no projeto Mattics, enquanto a do lado direito, retrata os jogos produzidos sendo utilizados no hospital pelos pacientes, mediados pelos profissionais da área clínica e alunos. Para além do uso destes jogos nas sessões de fisioterapia, são utilizados também periféricos externos aliados aos jogos, como; placas arduinos, sensores e materiais de eletrônica que facilitam a manipulação dos personagens dos jogos, além de auxiliar nas atividades que demandam movimentos dos pacientes. O jogo *Pingue-Pongue*, por exemplo, é interligado por sensores e placas arduinos que funcionam como extensão do próprio mecanismo de manipulação das raquetes.

⁷ A parceria com o Hospital surge a partir do desenvolvimento da pesquisa de doutorado de Azevedo (2018). A pesquisa se organiza em espaços de formação em matemática que estão relacionados à programação de games e à produção de dispositivos de robótica destinados ao tratamento de pacientes portadores da doença de Parkinson.

Desta forma, enquanto os pacientes estão jogando, conforme aponta Bruna Cândido, fonoaudióloga e integrante do projeto Mattics, “são estimulados a desenvolver concentração, memória, atenção, coordenação motora, tudo de maneira lúdica e informal”. Isso porque, os pacientes que participam das sessões são estimulados a movimentar seus corpos através dos leitores dos próprios sensores conectados aos jogos. São também incentivados a pensar sobre as estratégias a serem definidas em cada etapa do jogo. Ressaltamos que o uso destes jogos é feito de maneira adequada, com profissionais qualificados da área que estão presentes para dar suporte aos pacientes e orientá-los no desenvolvimento dos exercícios. Estes profissionais medeiam as atividades propostas, bem como acompanham o paciente, prestando atenção em sua postura, suas sensações e motivações, estimulando um ambiente agradável, lúdico e desafiador. O Quadro 4 nos permite vislumbrar melhor as ações desenvolvidas.

Quadro 4 – Sessão de fisioterapia para os pacientes portadores da doença de Parkinson



Fonte: Dados da pesquisa de doutorado, em desenvolvimento, do 1º autor.

Observa-se que os idosos movimentam seus corpos, em especial, seus braços, que são lidos por sensores desenvolvidos no projeto e estes correspondem às raquetes do jogo. É importante ressaltar que a ideia é, neste caso, não deixar a bola ultrapassar as margens das raquetes. São utilizados diferentes níveis de dificuldades das fases do jogo Pingue-Pongue, exigindo dos pacientes mais concentração, domínio sequencial de movimentos, coordenação e raciocínio quanto à lógica do jogo. Segundo M5 “[...] quando criamos os jogos é difícil, não é fácil. A gente pensa também na dificuldade das fases. Apesar de trabalharmos duro, é um sentimento muito forte. Não é só matemática e algoritmos, todos aprendem junto para criar jogos. Jogos que ajudem pessoas, é emocionante”. Percebemos que os distintos elementos mobilizados no projeto se relacionam e convergem para o mesmo propósito que é o de incentivar a formação do aluno mais integrada, responsável e ativa.

Raquel de Moraes, fisioterapeuta e integrante do projeto Mattics, observa que “[...] a gente consegue com os jogos coisas que a fisioterapia normal não conseguiria. É manter a postura ereta do paciente, movimentos de ombros, equilíbrio. Então, é muito interessante isso”. Tendo em vista os sintomas provocados pela doença de Parkinson, como o declínio das atividades cognitivas, atenção e capacidades executivas (processamento e velocidade), os jogos, segundo depoimentos da área clínica do hospital, têm contribuído com o processo de

estimulação, atenção dos pacientes, o que pode colaborar para a redução dos sintomas gerados pela doença – em especial, as funções executivas dos próprios pacientes.

Os jogos produzidos no Mattics, para além do *Pingue-Pongue*, são mais adequados para os pacientes idosos. Isso porque, eles não são velozes e possuem curta duração. De volta à sala de aula, os alunos aprimoram os jogos em movimento não cíclico de *discussão-reflexão-produção-ação-implementação*, e retornam ao hospital para apresentar os jogos aos pacientes e os ensinam a jogar. É importante esclarecer que esses jogos, segundo os profissionais da área clínica, estimulam o raciocínio (espacial, lógico e dedutivo) e os movimentos concentrados e coordenados, ajudando na própria reabilitação do paciente. E, mais do que levar os jogos produzidos, o grupo Mattics pensa em uma sala de matemática que possibilite a formação mais ampla do aluno a partir da interação intensa dos mais novos com os mais experientes.

Ao pensar na formação mais ampla e menos restrita dos sujeitos do projeto a partir da interação dos mais experientes (pacientes) com os mais novos (como os alunos), a fonoaudióloga Bruna Pereira, que trabalha no hospital e é parceira do projeto Mattics, afirma que a terapia com jogos “[...] não é só importante ajudar os idosos a trabalhar com parte de postura e equilíbrio, é ainda o contato com os meninos [alunos] com eles. É uma interação bacana, entre a saúde e educação. Traz coisas boas tanto para os idosos, quanto para a equipe e alunos com o jogo”.

A partir das sessões de terapia, os alunos no hospital aprendem a conviver com as diferenças, além do sentimento de respeito e a desenvolver ideias que vão além dos muros da escola. A participação ativa do aluno, desde a escolha do jogo até o seu uso no hospital, é um dos grandes benefícios para a formação deste aluno. É um movimento que proporciona intensa integração, olhar menos restrito ao conteúdo programado, além de favorecer trocas de experiências significativas entre as distintas idades dos integrantes.

Considerações finais

Ao construir o jogo em um ambiente construcionista, a produção de significados de matemática não se mostra linear e nem sequencial. É mobilizada pela relação conjunta entre os distintos atores, que discutem, questionam, que interpretam seu meio e medeiam as novas tecnologias. O significado pelo aluno, a partir do movimento de construir um jogo e pensar em novas possibilidades para ajudar outras pessoas, como pacientes da doença de Parkinson, se mostra pela dinamicidade do processo, sem necessariamente esbarrar em passos pré-definidos, isolados ou fracionados ao campo de ensino e aprendizagem de matemática.

Por sabermos que as relações estabelecidas entre os diferentes atores no projeto Mattics não são neutras, elas acabam influenciando de alguma forma como o aluno se apropria de conceitos matemáticos e como a formação deste é feita ao interagir com outro. Uma apropriação não encapsulada de códigos e formalismos. Ao contrário, ao trabalhar com a produção de jogos, o aluno é incentivado a questionar ideias intuitivas de matemática e sistematizar conceitos a partir do fazer matematicamente, como: comparar, medir, calcular, refutar informações, traçar estratégias, particular e generalizar. O nosso foco não foi o de

pensar a formação do aluno a partir do conteúdo, mas ir além da sua restrição em sala, quebrando o ciclo do modelo sequencial conceito, exemplo e exercícios e propondo movimento formativo mais atuante e contextual.

A doença de Parkinson, segundo a área médica, não tem cura e, infelizmente, não tem como interromper a sua evolução. Porém, uma boa combinação feita entre tratamento medicamentoso e sessões de terapia (assim como atividades desenvolvidas pelo projeto Mattics) são alternativas que podem minimizar os efeitos da doença, retardando a sua progressão e contribuindo para uma vida mais ativa do próprio paciente. As ações do projeto Mattics se mostram simples, mas com um cuidado muito profundo. Afinal, não é só a formação do aluno ali envolvida, mas são ações que pensam no outro – que busca ajudá-lo de alguma forma.

As sessões de fisioterapia que tendem a continuar ao longo dos próximos anos, buscam ação estratégica mais ampla do que podemos entender por uma educação que não se reduza aos testes padronizados. Uma escola que possa desenvolver ideias com o uso de tecnologias, como produção de materiais eletrônicos, robôs e até jogos com sensores, que ajudem no processo formativo do aluno e que o incentive a propor novas contribuições à comunidade.

Ao perceber durante as terapias com jogos eletrônicos que os idosos apresentam melhora, a fonoaudióloga Bruna Cândido, por exemplo, afirma que “[...] o trabalho dos alunos pode servir para ajudar em outros centros de reabilitações do estado e até mesmo do país e não apenas o Hospital do Idoso” (no qual as ações se realizam). Finalizamos com uma frase de um provérbio africano, que nos ajuda a pensar na invenção da sala de aula e de uma escola que esteja em sintonia com as demandas sociais, “Aquele que toca o tambor não sabe até onde o seu som irá ecoar, mas ele irá ecoar”. Nós, que somos professores, tocamos a todo tempo este tambor nos mais peculiares contextos. O som não é neutro e pode servir tanto para mudanças significativas na sala de aula ou apenas se reduzir ao discurso pragmático-vazio.

Agradecimentos

Agradecemos aos alunos do Projeto Mattics, aos queridos Pacientes acometidos com Parkinson e aos profissionais da área saúde/médica (Hospital do Idoso, Anápolis/GO). Também agradecemos ao revisor do texto, Antonio Netto Junior.

Referências

- Azevedo, G. T. (2017). *Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: possibilidades e desafios*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- Bicudo, M. A. V. (2006). Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa Segundo a Abordagem Fenomenológica. In M. C. Borba & J. L. Araújo (Org.). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. (pp. 100 -118). São Paulo: Autêntica Editora.

- Borba, M. C., Scucuglia, R. R. S., & Gadanidis, G. (2014). *Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Camargos, A. C. R., Cóprio, F. C. Q., Souza, T. R. R., & Goulart F. (2004). O impacto da doença de Parkinson na qualidade de vida: uma revisão de literatura. *Rev Bras Fisioter*, 8(3), 267-72.
- Freire, P. (1981). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (2011). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Gonçalves, G. B., Leite, M. A. A., & Pereira, J. S. (2011). Influência das distintas modalidades de reabilitação sobre as disfunções motoras decorrentes da Doença de Parkinson. *Rev Bras Neurol*, 47(2), 22-30.
- Maltempi, M. V. (2005). Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: Reflexões e perspectivas. *V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática*. Porto: CIBEM.
- Maltempi, M. V. (2012). Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In M. A. V. Bicudo, M. C. Borba (Org.). *Educação Matemática: pesquisa em movimento* (pp. 287-307). São Paulo: Cortez.
- Maltempi, M.V., & Mendes, R. O. (2016). Tecnologias Digitais na Sala de Aula: por que não? *Atas do IV Congresso Internacional TIC na Educação (TICEduca)*. Lisboa, Portugal: TICEduca.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (2008). *A máquina das Crianças: repensando a escola na era informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Rosa, M. (2004). *Role Playing Game Eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- Rosa, M. (2008). *A Construção de identidades on-line por meio do Role Playing Game: relações com ensino e aprendizagem matemática em um curso a distância*. Tese de Doutorado em Educação Matemática. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- Santana, C. M. F., Lins, O. G., Sanguinetti, D. C. M., Silva, F. P. S., Angela, T. D. A., Cariolano, M. G. W., Camera, S. B., & Silva, J. P. (2015). A. Efeitos do tratamento com realidade virtual não imersiva na qualidade de vida de indivíduos com Parkinson. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.*, Rio de Janeiro, 18(1), 49-58.
- Valente, J. A. (1999). Informática na Educação no Brasil: Análise e Contextualização Histórica. In *O Computador na Sociedade do Conhecimento* (pp. 11-28). Campinas, SP: UNICAMP/NIED.
- Valente, J. A. (2016). Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. *Revista Iberoamericana de Educação*, 70(1), p. 9-28.
- Valente, J. A. (1993) *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP.