

CENÁRIOS INCLUSIVOS PARA APRENDIZAGEM ENVOLVENDO *SOFTWARES* ACESSÍVEIS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

INCLUSIVE LEARNING SCENARIOS INVOLVING MOBILE ACCESSIBLE SOFTWARE

Tula Maria Rocha Morais

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN

tula.rocha@gmail.com

Talita Araújo Salgado Alvarez Faustino

Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN

ta.s.faustino@gmail.com

Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes

Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN

solnagehf@gmail.com

Resumo

Este trabalho é resultado de estudos realizados pelo Grupo de Pesquisa Rumo à Educação Inclusiva, o qual investiga os processos de ensino e de aprendizagem matemática que envolvem cenários inclusivos. O objetivo desta pesquisa é identificar, nos cenários inclusivos, os aspectos favoráveis ao processo de ensino e de aprendizagem da matemática, envolvendo alunos “diferentemente eficientes”, mediado por jogos como xilofone, *Scratch* e *The Calculator*, acessíveis em dispositivos móveis. A fundamentação teórica é baseada nos trabalhos de Papert (1985) sobre micromundo e construcionismo, Fernandes e Healy (2015) sobre cenários inclusivos e o termo “diferentemente eficientes”, Demo (2009), com suas pesquisas envolvendo aprendizagens e novas tecnologias, e Gonzáles (2002), que trata sobre educação e diversidade. Com relação aos procedimentos metodológicos, foi adotada a pesquisa bibliográfica, de modo a analisar três trabalhos desenvolvidos por pesquisadores do referido grupo de pesquisa, que exploraram o uso de dispositivos móveis para o ensino/aprendizagem da matemática, envolvendo alunos e professores da educação básica de turmas inclusivas. Os resultados encontrados indicam envolvimento significativo dos alunos “diferentemente eficientes” em atividades mediadas por jogos digitais, assim como a promoção de cenários inclusivos por meio de jogos em dispositivos móveis.

Palavras-chave: Dispositivos móveis. Educação matemática inclusiva. Xilofone. *Scratch*. *The Calculator*.

Abstract

The proposed research is a result of studies conducted by the Inclusive Education Research Group, which investigates the teaching and mathematical learning processes that involve inclusive scenarios. Our objective in this research is to identify in the inclusive scenarios the favorable

aspects of the teaching and learning process of mathematics involving "efficiently different" students mediated by games such as xylophone, Scratch and The Calculator, which are accessible through mobile devices. The research is sustained on Papert work (1985) on microworld and constructionism, Fernandes and Healy (2015) on inclusive scenarios and the use of "efficiently different" terminology, Demo (2009) with the research about learning processes and new technologies and, Gonzáles (2002) on education and diversity. From a methodology stand point, we adopted the bibliographic research, in order to analyze three studies developed by researchers from our group that explored the use of mobile devices for teaching mathematics to basic education students and teachers of inclusive classes. The results indicate a significant engagement of "efficiently different" students with activities mediated by digital games, as well as the inclusive scenarios promotion through games on mobile.

Keywords: Mobile devices. Inclusive mathematics education. Xylophone. *Scratch*. *The Calculator*.

INTRODUÇÃO

No computador não existe apenas material para “ler”; há também para ver, escutar, manipular, mexer. (DEMO, 2009, p.54)

A sociedade do século XXI é marcada por constantes transformações e grandes avanços científicos e tecnológicos. Estamos, cada vez mais, imersos em um mundo acessível à palma de nossa mão e a apenas um *click*. Diante de tal contexto, nos deparamos com uma questão iminente: estamos preparados para tal realidade? Tal questionamento nos remete a reflexões sobre a necessidade emergente de promovermos o desenvolvimento de habilidades e competências que nos permitam, dentre outras coisas, ter flexibilidade, criticidade, iniciativa, criatividade, cooperação e colaboração. Sem dúvida, tal preparação nos leva a repensar a educação, de modo que ela seja inovadora e emancipadora, que possibilite ampliar nossos conhecimentos e que seja acessível e todos. A vantagem é que agora contamos com uma importante ferramenta nesse processo – as novas tecnologias.

Apesar de algumas controvérsias quanto ao uso das tecnologias, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de divulgar e comprovar a contribuição dessas na formação do indivíduo. Fagundes (2007, p.14), por exemplo, afirma que as tecnologias digitais estão realizando grandes e significativas mudanças nos processos de aprendizagem e conseqüentemente na escola. A autora complementa suas ideias ao afirmar que o uso das tecnologias na educação possibilita a interdisciplinaridade, estimula a participação, cooperação, solidariedade, autonomia e responsabilidade na autoria dos alunos. (FAGUNDES, 2007, p.14). Já Demo (2009) defende o uso das novas tecnologias na educação quando afirma que:

O que as novas tecnologias podem nos trazer são oportunidades ainda mais ampliadas, em meio também a enormes riscos e desacertos. Interessa, porém, explorar novas oportunidades de aprendizagem, bem mais centradas na atividade dos alunos, também mais flexíveis e motivadoras, mais capazes de sustentar processos de autoria e autonomia. (DEMO, 2009, p.53)

Percebe-se que Demo atribui às novas tecnologias oportunidades de aprendizagem cujo foco seja o aluno. Ele assegura, ainda, que elas contribuem para o processo de autoria e autonomia tão defendidas por ele. Ao mesmo tempo, o autor alerta para os riscos e desacertos que corremos, aumentando consequentemente nossa responsabilidade diante das escolhas didáticas feitas quando da utilização dessas ferramentas. O autor acrescenta, ainda, que em ambientes virtuais não é preciso a presença de uma pessoa para dar aulas, mas sim de alguém que oriente e avalie, acompanhe e motive, dialogue e questione.

Segundo Demo (2009), as novas tecnologias não inventaram a aprendizagem, mas trouxeram novidades úteis a ela: como a noção de “aprendizagens” (ou de multialfabetizações) – quem nunca consultou o Google para assuntos diversos? O fato é que a tecnologia está ao alcance de crianças, se adapta facilmente a qualquer pessoa em qualquer idade, provoca motivação possível para autoria, à medida que surgiram programas que supõem ou incentivam a elaboração de textos como blogs, wikis, além da possibilidade de uso de linguagens de programação, tudo isso acessível a todos.

Corroborando com esses pensamentos e imbuídos do sentimento de busca por melhores condições de ensino para aqueles “diferentemente eficientes”, o grupo de pesquisa Rumo à Educação Inclusiva, vem se dedicando a investigar cenários inclusivos para aprendizagem matemática, mediados por ferramentas tecnológicas que favoreçam o processo de ensino e de aprendizagem da matemática, mais especificamente aqueles acessíveis em programas obtidos nos dispositivos móveis como tablets, celulares e outros. Foram muitos trabalhos realizados no período de 17 anos de existência. Compartilharemos, aqui, três experiências que utilizaram respectivamente o Xilofone, o Scratch e o The Calculator aplicados com alunos e professores da educação básica de turmas inclusivas. Cada uma delas contou com metodologias baseadas no Design Experiment proposto por Cobb et al. (2003), o que significa dizer que foram desenvolvidas atividades nesses ambientes tecnológicos envolvendo conceitos matemáticos de diferentes campos: algébrico, numérico e geométrico, todos realizados em turmas inclusivas com resultados satisfatórios. Descreveremos os cenários inclusivos criados em cada trabalho, assim como

os jogos e os principais resultados, que permitirão identificar os aspectos favoráveis dos cenários inclusivos para o ensino e a aprendizagem da matemática mediante ferramentas tecnológicas.

PAPERT, O CONSTRUCIONISMO E MICROMUNDO

As pesquisas de Papert têm contribuído significativamente para trabalhos que envolvam novas tecnologias, mais especificamente as digitais. Isto porque o autor considera que o papel da criança, diante da apropriação do conhecimento, tem que ser o de um sujeito ativo, com autoria de seu próprio processo de aprendizagem.

Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais. (PAPERT, 1994, p.18)

O posicionamento de Papert reflete influência das ideias de Piaget (1982), com quem trabalhou por cinco anos. Nas palavras de Papert (1990) o surgimento do construcionismo deve-se a ideologia oriunda de interpretações não ortodoxas da Teoria Epistemológica Genética e suas respectivas implicações na educação. Vale ressaltar, que o construcionismo promove um ambiente investigativo mediado pela tecnologia, em que a programação figura como coadjuvante ao desenvolvimento de habilidades que favoreçam a cognição. O primeiro projeto com tais características, criado por Papert, foi o LOGO, com um ambiente de aprendizagem divergente daquele difundido até então, uma vez que, ao invés de apenas fornecer informações, o LOGO consistia em uma linguagem de programação de fácil acesso, permitindo à criança assumir o controle de suas ações e seu próprio modo de pensar.

De acordo com a perspectiva de Papert (1994), um ambiente de aprendizagem precisa atender a determinadas características para que seja considerado construcionista, ou seja, precisa atender a cinco dimensões: pragmática, sintônica, sintática, semântica e social. A pragmática está diretamente relacionada às sensações que experimentamos quando aprendemos algo com aplicação imediata; a sintônica é responsável pela promoção do desenvolvimento da autonomia, criatividade, curiosidade, por meio da participação ativa do sujeito diante de uma situação, nem sempre pré-determinada pelo professor; a sintática é caracterizada pelo acesso fácil e pela disponibilidade dos componentes básicos

do ambiente de aprendizagem; a semântica está relacionada à manipulação de elementos que tenham significado e sentido para o sujeito, além de valorizar o conhecimento prévio deste; a social reconhece e valoriza a identidade local, a comunidade na qual o sujeito se encontra.

Corroborando as ideias de Papert, Demo (2009) propõe reflexões sobre as tecnologias e sua influência no processo educativo. Ele defende o uso do computador na escola, apresentando algumas razões para tal, dentre elas o fato de que essa ferramenta parece ter sido idealizada para crianças, já que permite uma familiaridade quase natural entre ela e o computador ou celular. Segundo o autor, a criança é capaz de programar e reprogramar, sem receio de errar, pode estragar e até consertar o equipamento, o que a torna autora e autônoma de seus pensamentos e ações. Outro argumento favorável às tecnologias, mencionado por ele, é a motivação possível para autoria, ou seja, permitem o despertar nas crianças, estimulando sua vontade de “participar, interagir para além de apenas usar, navegar, consumir” (DEMO, 2009, p.65). Nessa perspectiva, ele compara a aprendizagem a um processo de reconstrução contínuo e literal, semelhante à própria vida, “construída em contextos sócio-históricos concretos, dialogicamente entre condições internas e externas” (DEMO, 2009, p.62).

Para Demo (2009) é preciso promover ambientes de aprendizagem que despertem autoria e criatividade e, os jogos eletrônicos podem ser bons exemplos. O autor destaca que os jogos propiciam um ambiente desafiador, cuja solução exige esforço, dedicação e iniciativa que, devidamente empenhados, resultam em satisfação. Complementa ainda que em bons jogos este desafio é natural, pois possibilita ao jogador “se interessar pelo que sabe, mas motivar-se por aquilo que ainda não sabe, porque desafio só pode aparecer naquilo que ainda não sabemos” (DEMO, 2009, p.69). Atribui ao professor, dessa forma, a tarefa de propor desafios, de não dar respostas prontas, de não repassar receitas. Ainda em sua defesa pelo uso de jogos digitais, Demo (2009, p.62) cita as características de um bom jogo apresentadas por Gee (2008):

- 1- todo jogador cria um avatar, o personagem que pretende encarnar como jogador e no qual pode investir criatividade expressiva;
- 2- é sempre possível mudar, até certo ponto, as regras do jogo, o que faculta ao jogador sentir-se, em parte, autor do jogo; esta liberdade, em geral, é bem menor do que se imagina, mas a sensação de liberdade pode ser muito ampla;
- 3- é sempre possível mudar cenários do jogo, pesquisar novos cenários, complementar informações, algo que também concorre para criar a sensação

de avatar. (GEE, 2008 apud DEMO, 2009, p. 59)

É interessante observar que os autores consideram como características de um bom jogo: a possibilidade de criação de personagens ou avatares, uma vez que estimulam o desenvolvimento de criatividade, da tomada de decisão; o processo de autoria, já que permite adaptar ou alterar as regras do jogo; a mudança de cenários ou complementação de informações, condições similares a da criação de um avatar.

PESQUISAS CONSIDERANDO AS TECNOLOGIAS E A INCLUSÃO

Uma vez que se pretende investigar cenários inclusivos mediados por ferramentas tecnológicas, mais especificamente por softwares acessíveis em dispositivos móveis, torna-se necessário apresentar nossa concepção sobre ele. Concorde-se com Fernandes e Healy (2015) quando afirmam que cenários inclusivos para aprendizagem matemática são aqueles formados por tarefas específicas mediadas por ferramentas quer sejam materiais, tecnológicas e/ou semióticas necessárias à realização delas, bem como as interações entre os atores pedagógicos - alunos, professores e pesquisadores - diante das experiências promovidas. Amparados por esse pensamento, procurou-se identificar, em três pesquisas realizadas em nosso grupo, os cenários de aprendizagem propostos, ou seja, as tarefas específicas, as ferramentas utilizadas no processo e as interações promovidas entre os atores pedagógicos, bem como sua contribuição para a aprendizagem de alunos “diferentemente eficientes”. Vale ressaltar que, o uso do termo “eficientemente diferente” refere-se a todos aqueles “(...) com limitações sensoriais e/ou cognitivas, ou ainda “deficientes” como são rotulados social e/ou educacionalmente” (HEALY e FERNANDES, 2016, P.29), mas que são capazes de realizar suas atividades acadêmicas se receber os estímulos adequados.

Como as ferramentas que mediaram tais trabalhos envolviam as novas tecnologias, buscou-se compreender como pesquisadores e estudiosos da área percebem essa relação. González (2002, p.184) acredita que o uso das tecnologias digitais favorece a interdisciplinaridade e contribui para o desenvolvimento de habilidades como autonomia, responsabilidade, cooperação, solidariedade e autoria de nossos alunos. Considerando que elas contribuem para a promoção de atitudes relevantes à formação do aluno e aliado ao fato de que o autor defende a diversidade, fica evidente a concordância entre tais temas.

Carvalho (2001, p. 67) corrobora com González (2002) quando afirma que as tecnologias da informação e comunicação constituem procedimentos que podem melhorar as respostas na educação. A autora complementa que, no caso de alunos que apresentem necessidades específicas, ou seja, “diferentemente eficientes”, elas ampliam as condições desses, possibilitando maior qualidade nos processos de aprendizagem e formação cidadã.

A seguir, passamos para a descrição dos cenários inclusivos de aprendizagem de cada uma das pesquisas selecionadas para este estudo.

FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS MEDIADORAS

O Scratch

Conhecido por ser um *software* livre, desenvolvido por uma equipe de pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT), com uma linguagem de programação visual que tem interface interativa e intuitiva, o *Scratch* permite a construção de jogos, histórias, animações e ambientes virtuais de aprendizagem. Para Papert, o *Scratch* media a aquisição da aprendizagem de importantes estratégias na solução de problemas, concepção de projetos e na comunicação de ideias (LIFELONG KINDERGARTEN GROUP, 2019, p.1). É um *software* com versão em Língua Portuguesa, o que permite alcançar nossos alunos. Além disso, utiliza comandos simples para expressar pensamentos que refletem ações de objetos previamente programados. Desta forma, é possível selecionar dentre os blocos de comandos disponíveis, aqueles que possibilitarão a concretização das ações desejadas pelo programador. Vale ressaltar que o *software* permite visualizar as ações programadas; contudo, recomenda-se um período de ambientação e familiarização com ele antes de sua utilização em sala de aula. É possível obter o *download* do *Scratch* após preenchimento de ficha de inscrição disponível no endereço eletrônico <https://scratch.softonic.com.br/>. Atualmente existem duas versões do *Scratch*: a 1.4 e 2.0, sendo a segunda uma atualização da primeira com pequenas modificações.

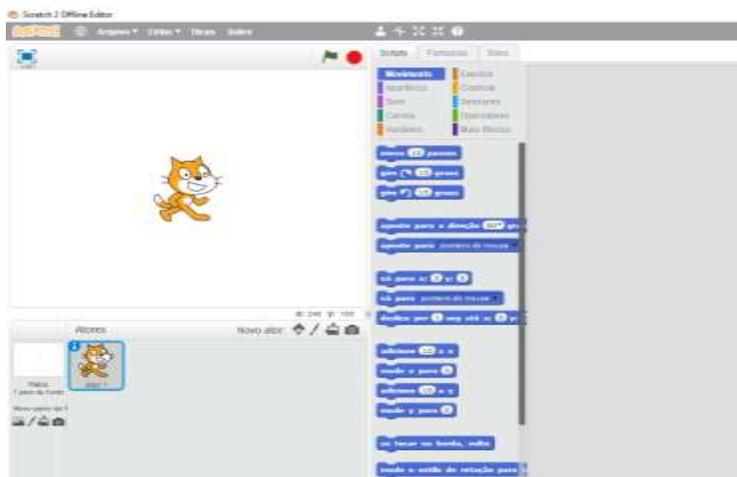


Figura 1 – Tela Inicial do *Scratch 2.0*
Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

O The Calculator Game

O *Calculator The Game* é tido como um quebra-cabeça que permite o trabalho com conjuntos numéricos. Apresenta a imagem colorida de uma calculadora de bolso, contendo atividades interativas distribuídas em níveis diversificados e gradativos de dificuldades. Seu display informa:

o nível de programação de cada etapa, o objetivo (número que se almeja encontrar após acionar as teclas da calculadora), a jogada (quantidade mínima de botões, numéricos ou não, que acionados permitem chegar ao objetivo desejado), as teclas: numéricas, operatórias, alfanuméricas, além das teclas CLR (para limpar uma ação feita), de configuração (em amarelo), a compre dicas (tecla em azul) sempre presente em todas as jogadas e, ainda a tecla DAILY HINT que apresenta vídeos de divulgação de outros jogos da *Simple Machine*". (MORAIS; FAUSTINO, 2019)



Figura 2 – Display do *Calculator the game*
Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

Esse jogo pode ser obtido por meio do site <https://www.simplemachine.co/game/calculator-the-game/>. Vale ressaltar que a cada

jogada, o *game* indica o número que dá início ao processo, ou seja, o número que aparece no visor representa o ponto de partida do jogo. Além dele, o menor número de jogadas possíveis para cada etapa e o resultado desejado são visualizados na calculadora. No final da jogada, é possível saber se você acertou ou não. Em caso de acerto, a palavra VITORIA e a tecla OK aparecem.

O Xilofone

É um aplicativo de fácil acesso que simula um xilofone e pode ser baixado em qualquer dispositivo móvel. Para obtê-lo, basta ir à loja virtual de sua preferência e instalar aquele que você desejar. Ele apresenta a imagem de um instrumento colorido composto de oito lâminas de várias cores, de tamanhos variados e sons diferentes. Dependendo da versão baixada, as lâminas podem ser identificadas também por meio de letras ou números. Para jogar, basta acionar a tecla desejada e o som correspondente é ouvido permitindo a composição de músicas. As tarefas propostas à turma envolviam a quantidade de notas e o número de batidas variadas e, em algumas tarefas, era possível repetir notas e em outras não.



Figura 3 – Display do Xilofone
Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

ATORES E SUAS INTERAÇÕES

A pesquisa de Moraes, Silva e Fernandes (2019) utilizou como ferramenta mediadora o *Scratch* e contou com a participação de diferentes atores que trabalham com turmas inclusivas: seis professores de vários segmentos de ensino, da Educação Infantil ao Ensino Superior, um gestor atuante na rede municipal de uma cidade do interior de São Paulo e uma funcionária da Secretaria de Educação Especial com alunos com Necessidades Educacionais Especiais, que vivenciaram cinco atividades de programação envolvendo

conceitos geométricos. Uma das atividades consistia em construir e movimentar quadrados concêntricos, conforme orientações da figura 4.



Figura 4 – Catch Game Cards
Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

Já a pesquisa de Moraes e Faustino (2019) envolveu o *game The Calculator*, tendo como atores alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola de Belo Horizonte. Participaram deste estudo 19 alunos, animados e participativos, mas cuja maioria apresentava dificuldades em relação ao conhecimento matemático. Vale ressaltar que, nessa turma, havia dois alunos com laudo de TDA (Transtorno de Déficit de Atenção)¹. Havia outro aluno com comportamento muito agitado em sala que levantava constantemente, razão pela qual se acredita ser essa atitude a responsável por suas dificuldades de aprendizagem. O grupo contou ainda com um aluno que estudou em escolas bilíngues e que ingressava pela primeira vez uma escola com currículo brasileiro. Esse aluno apresentava dificuldades de interpretação de textos, assim como em atividades envolvendo operações de divisão e multiplicação. Aumentando a diversidade desse grupo, havia na turma um aluno descendente de taiwaneses que, embora seja brasileiro, não tem bom domínio da cultura e da língua portuguesa, já que em sua casa preservam-se os costumes de Taiwan. Prova disto é que a língua falada em casa é o mandarim. Apesar de

¹ Definição de Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), “é um transtorno neurobiológico, de causas genéticas, que aparece na infância e frequentemente acompanha o indivíduo por sua vida.” (Associação Brasileira do Déficit de Atenção). Recomenda-se, portanto, a criação de ambientes bem estruturados, atividades de curta duração e retorno positivo da postura ou conduta (ORJALES, 2007, p.296).

esforçado, tem apresentando dificuldades em matemática, principalmente, na leitura e interpretação de enunciados dos exercícios propostos.

A investigação foi dividida em três momentos: familiarização, momentos realizados a distância, em que os alunos, após baixarem o *game*, iniciaram as jogadas respeitando o tempo máximo estabelecido pela professora para se trabalhar no jogo; a busca por estratégias, os alunos deveriam explicar como pensaram, utilizando argumentação expressa que por meio da linguagem natural e/ou da matemática em folhas de registros próprios e em momentos de socialização em sala. A terceira e última etapa, foi a da programação. Nela os alunos foram desafiados a propor situações em que deveriam criar uma tecla para a calculadora atendendo as condições dadas pelo professor e sem o auxílio do *software* baixado no dispositivo móvel.

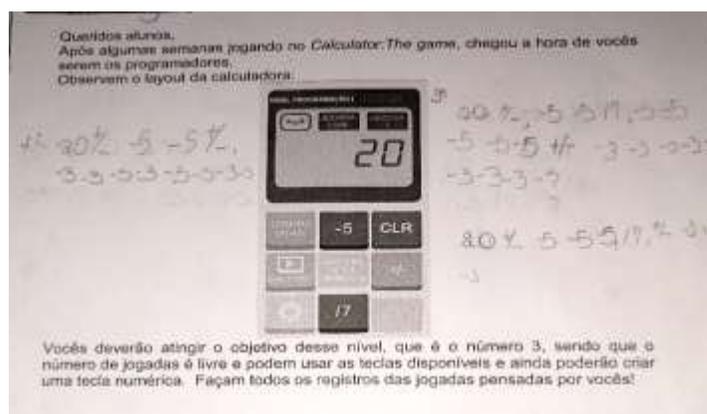


Figura 5 – Imagem da atividade de simulação de programação
Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

Por fim, a terceira pesquisa, realizada por Faustino (2015), teve como atores, alunos “diferentemente eficientes” do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola de Belo Horizonte. O estudo teve a participação de 18 alunos, sendo que nove deles tinham laudo de TDAH, dois de Dislexia², um aluno de Síndrome de Irlen³ e outro de Hemiparesia⁴ e

² A dislexia é uma dificuldade de aprendizagem da leitura e da escrita das palavras. As pessoas que apresentam esse transtorno têm dificuldades para escrever corretamente as palavras bem como para ler (FAUSTINO, p.6, 2014).

³ De acordo com Guimarães (2012), a Síndrome de Irlen “é uma alteração visuoperceptual, causada por um desequilíbrio da capacidade de adaptação à luz que produz alterações no córtex visual e déficits na leitura”.

⁴ De acordo com a Associação Brasileira de Paralisia Cerebral, Hemiparesia é: “O comprometimento de um lado do corpo, direito ou esquerdo, dependendo do lado (hemisférico) do cérebro que foi lesado. A grande maioria das crianças hemiparéticas vai ter um bom desenvolvimento global, porém, muitas vezes, a principal dificuldade decorre de problemas de comportamento ou de compreensão”.

TDAH. Essa turma era bem participativa, gostava muito de trabalhos em grupos e participava ativamente das aulas.

Para esta investigação, foram elaboradas quatro atividades com dois personagens previamente definidos: João e Marcos. A diferença entre os dois personagens é que Marcos não permitia a repetição de notas em suas composições, já João não tinha restrição. Sendo assim, nas atividades 1 e 3 os alunos deveriam compor “músicas” tendo o número de notas (lâminas) livres, mas mantendo sempre duas batidas. Nas atividades 2 e 3, os alunos deveriam compor “músicas” com o mesmo número de notas e batidas. Nesse estudo, os alunos trabalharam em duplas de sua escolha. A única condição exigida era que pelo menos um membro do grupo deveria ter um dispositivo móvel com o Xilofone instalado.

O estudo teve duração de quatro semanas com encontros divididos em quatro momentos. Cada encontro era iniciado com discussões e reflexões sobre o anterior para, então, prosseguir na realização da atividade do dia. Ao término da atividade, uma socialização diferenciada era feita, em que um grupo de alunos representava as teclas do xilofone usando chapéus coloridos e, por meio de movimentos, expressavam as combinações descobertas. Registros escritos no quadro complementavam essa representação. Por fim, os alunos compartilhavam suas observações para, assim, expressar as generalizações correspondentes a cada som proposto.

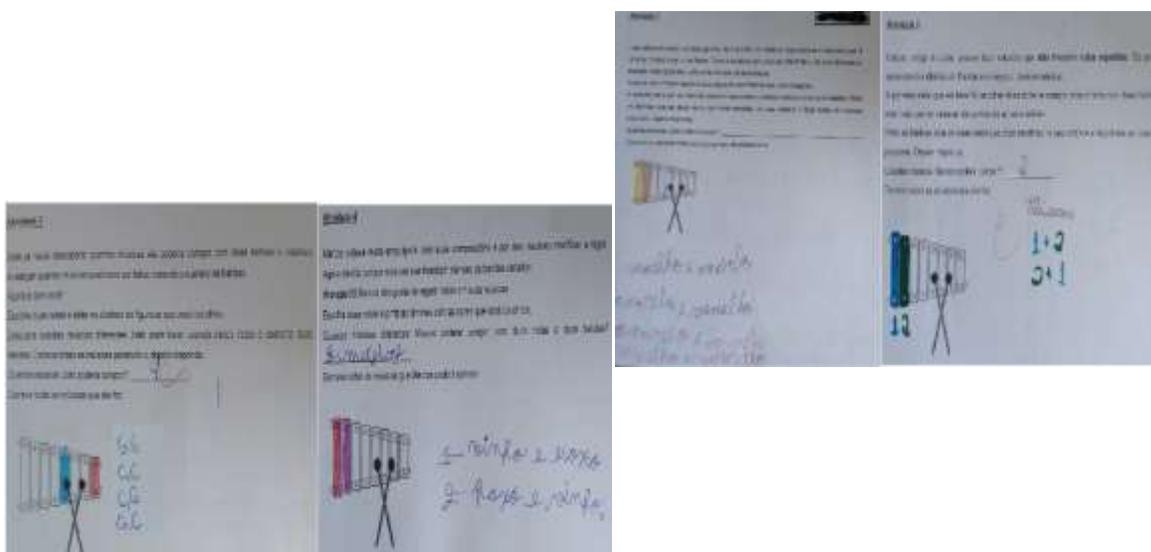


Figura 6 – Imagem das atividades
Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

NOSSAS REFLEXÕES

O presente artigo teve como objetivo realizar uma investigação que permitisse identificar nos cenários inclusivos desenvolvidos pelo grupo de pesquisas Rumo à Educação Matemática Inclusiva, os aspectos favoráveis ao processo de ensino e de aprendizagem da matemática mediado por jogos como o *Calculator The Game*, *O Scratch* e o Xilofone, acessíveis em dispositivos móveis.

Após estudo e reconhecimento dos cenários inclusivos de aprendizagem das três pesquisas selecionadas, que utilizaram ferramentas tecnológicas disponíveis em celulares, *tablets* ou similares, foi possível perceber que, em relação às atividades, todas solicitaram habilidades de autoria, autonomia, criatividade, iniciativa. Nas tarefas planejadas para os cenários que utilizaram o Xilofone, os alunos escolhiam os sons (notas) e o número de batidas que atendessem às orientações dadas para cada item da atividade. No caso da *atividade 2* (Figura 7), haviam quatro itens a serem solucionados. Os alunos respondiam os dois primeiros itens envolvendo em um deles, o número de músicas com duas notas e duas batidas, o outro solicitando músicas com três notas e três batidas e, após socializações e discussões, apresentavam as sentenças que poderiam atender as duas situações vivenciadas. Depois, testavam as sentenças obtidas visando comprovar suas hipóteses (sem usar o registro das possibilidades) para quantidade de músicas possíveis formadas com quatro notas e quatro batidas. A figura 7 retrata as diferentes maneiras encontradas por eles para registrar suas composições. Observe que o aluno A utilizou a linguagem natural, descrevendo as músicas por meio das cores escolhidas no xilofone. Já o aluno B, codificou as lâminas do xilofone utilizando números e apresentando suas composições por meio de sequências de lâminas. Mesmo tendo usado linguagens diferentes, eles conseguiram encontrar um padrão para generalizá-las e aplicá-la.

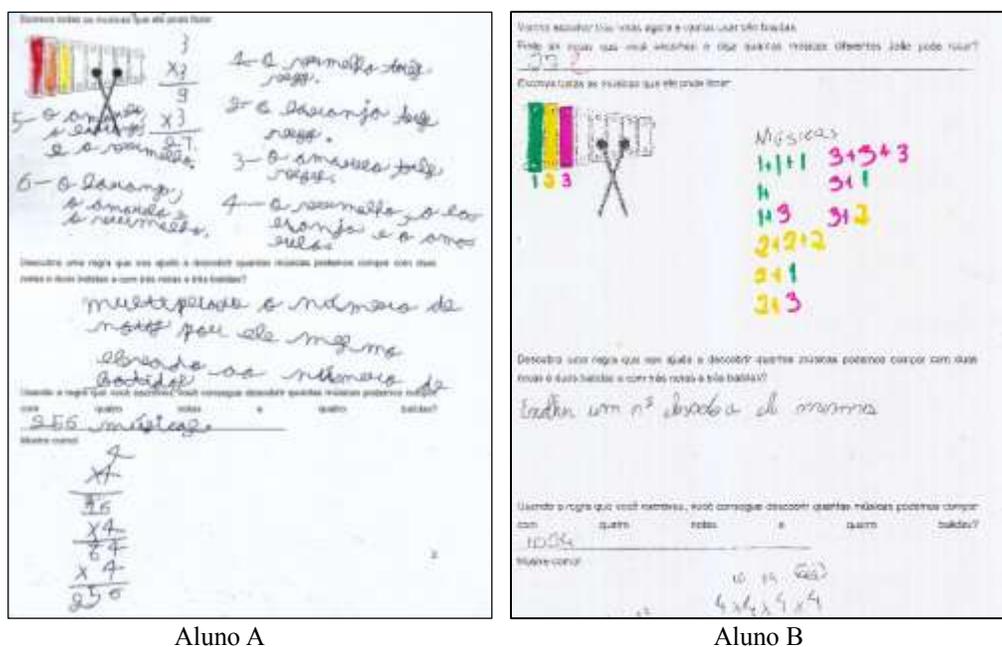


Figura 7 – Registro da atividade 2 e das possibilidades de combinações

Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

Na pesquisa mediada pelo *game The Calculator*, os resultados revelaram que alunos “diferentemente eficientes” perceberam caminhos distintos para se chegar ao mesmo resultado, utilizando o menor número possível de jogadas. Inicialmente, os participantes jogaram por tentativa e erro e, somente após vários insucessos, buscaram estratégias que seja pensando nas teclas, quer na ordem delas para concluir cada nível. Embora as atividades sejam definidas pelo *software*, as folhas de registro propuseram atividades que simularam programar a calculadora, incluindo teclas que atendessem aos objetivos pré-determinados. Desta forma, além de criar e ousar, também era possível realizar diferentes combinações que tornariam a condição solicitada verdadeira. Resultados diversificados e inusitados foram apresentados (Figura 8). A imagem abaixo representa o registro de uma das duplas resolvendo as tarefas propostas na atividade. A primeira envolvia a programação por meio da criação de qualquer tecla, além daquelas dispostas na calculadora para, independentemente do número de jogadas, obter o resultado 17, a partir do número 20. Rapidamente a dupla criou a tecla -3 que, em apenas uma jogada resolvia o problema. No segundo momento, precisavam obter o número 17, usando todas as teclas disponíveis naquela jogada, juntamente com a tecla por eles criada. Na resolução, as alunas

surpreenderam a todos, utilizando parênteses permitindo que a subtração fosse realizada antes da divisão. Vale destacar que no Game não há teclas com a indicação de sinais de associação. Para comprovar a validade de suas ideias as alunas usaram outra ferramenta tecnológica, uma calculadora científica, também disponível no dispositivo móvel. Ao escolher as teclas $20 - 5 - 1 : 7 - 1 - 1 - 1 - 1$ sem o uso dos parênteses, o resultado encontrado não seria -3 , tampouco seria um número inteiro. Porém com o uso dos parênteses $(20 - 5 - 1) : 7 - 1 - 1 - 1 - 1$ seria possível obter o resultado almejado -3 .

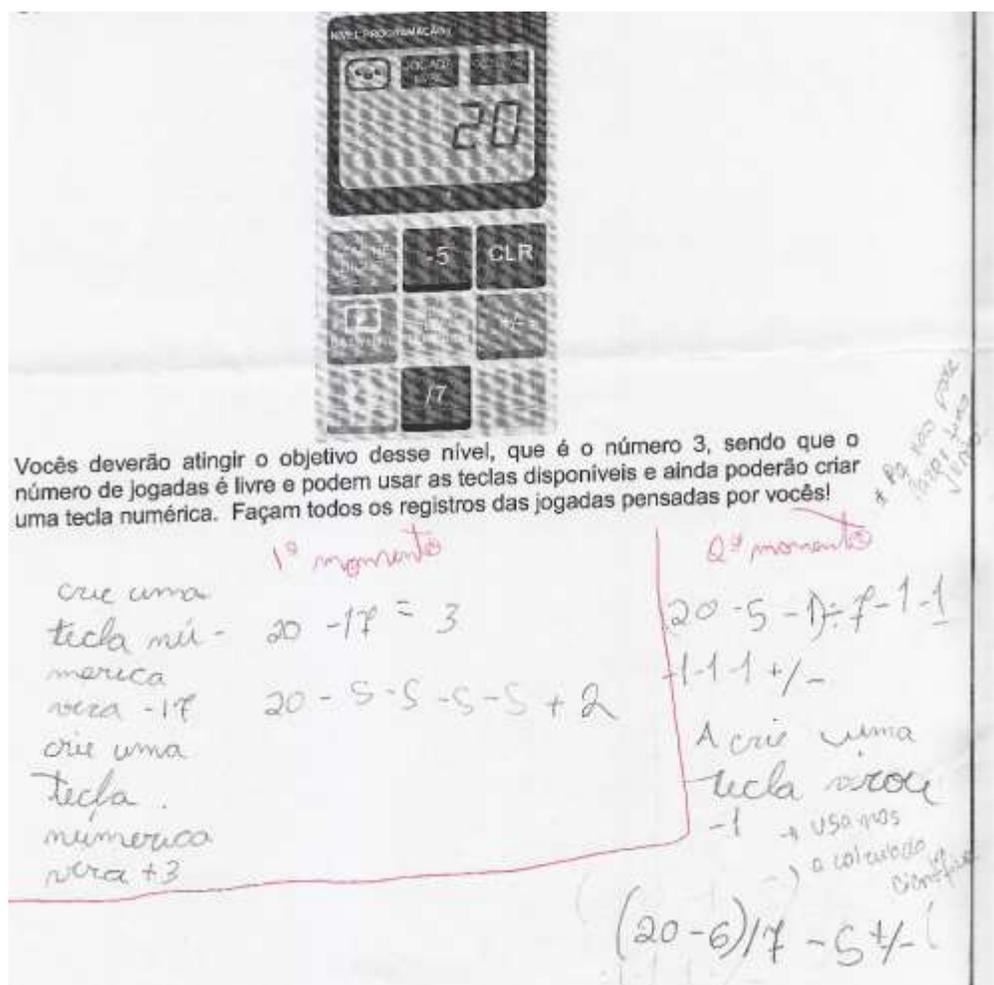


Figura 8 – Atividades de Programação

Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

Finalmente, a terceira pesquisa, envolvendo o *Scratch* e um grupo de atores diferentes das duas atividades anteriores, professores de turmas inclusivas de níveis de ensino diversificados e gestores das redes municipal e estadual de São Paulo, evidenciou

processos de autoria, autonomia, criatividade, flexibilidade de pensamento nas construções obtidas por meio das programações apresentadas. A partir de orientações básicas para cada construção, surgiram variações de medida, personagens, cenários, movimentos, sons, permitindo maior visibilidade das características da figura e das regularidades encontradas (Figura 9).

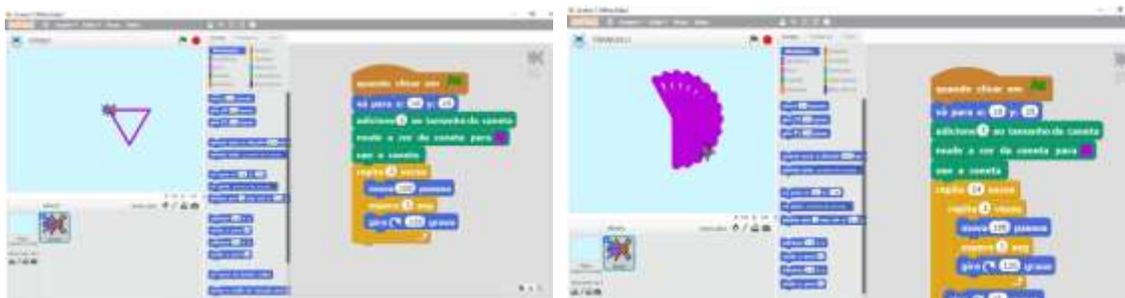


Figura 9 – Construções no *Scratch*
Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

Considerando a perspectiva de Papert (1994), nos cenários inclusivos aqui relatados, identificamos as dimensões do construcionismo: a pragmática, a sintônica, a semântica, a sintática e a social. A pragmática porque as atividades permitiram o reconhecimento de sensações, emoções dos atores pedagógicos ao experimentar algo com aplicação imediata. No *The Calculator*, porque as respostas corretas são confirmadas pela mensagem *OK*, permitindo a passagem de nível e motivando os alunos; no *Scratch*, porque ao clicar na bandeira verde, os alunos podem visualizar a programação feita e discutir diferentes possibilidades com os colegas; no *Xilofone*, por meio de sons produzidos por cada nota e cor, muitas músicas puderam ser criadas.

A sintônica, caracterizada pela conexão entre os objetos de aprendizagem e as sensações do corpo, foi identificada nas três pesquisas quando: os participantes escolhiam teclas, sequências, personagens, cores e/ou sons, e, ainda ao explicitar os caminhos desejados, o prazer, a satisfação diante da vivência, dentre outras. Prova disto são as falas dos atores após vivência no *Scratch* e *The Calculator* respectivamente:

(P1) “*Aprendemos fazendo, observando, praticando, querendo, errando, nos desafiando...*”

(A1) “*Bem legal eu achei diferente o jeito de aprender com a tecnologia*”.

A sintática pode ser identificada pela facilidade no acesso e disponibilidade dos componentes presentes no ambiente de aprendizagem em cada pesquisa. Na calculadora, pela navegação simples e direta de cada jogada; no *Scrath*, pelos comandos simples divididos em blocos de programação; no Xilofone, pelo uso das 07 (sete) notas musicais codificadas por cores.

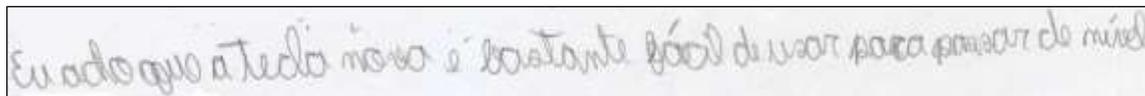


Figura 10 – Resposta de alunos diante do *game The Calculator*

Fonte: arquivo do Grupo de pesquisa.

A semântica pode ser verificada porque as atividades realizadas permitiram escolha de ações e conhecimentos prévios matemáticos em cada tarefa. Esse foi um diferencial em cada trabalho analisado, já que os campos matemáticos investigados foram: geométrico, numérico e algébrico e envolveram ações planejadas a partir de conhecimentos matemáticos necessários à realização das atividades propostas. A título de exemplo, destacamos o explicitado por um dos alunos usando o *The Calculator*:

(A2) “*Você aperta o 4 duas vezes, que vai somar com o +1, que vai dar 9 e vai diminuir -2, que consegue chegar até 7*”.

Observe que ele demonstra conhecer operações no conjunto dos naturais e inteiros que contribuíram para resolver a situação dada.

A social, por sua vez, pode ser facilmente descrita, pois envolve o processo de criação e autoria, aspectos culturais como preferências na escolha de personagens, movimentos, sons e comandos, o que pode ser observado na relação com as experiências e gostos de cada um dos atores participantes, como expressa o professor:

(P3) “*Os comandos eram os mesmos, mas cada um produziu o seu, permitindo as escolhas individuais em cada construção. Personagens, cenários etc. Seu toque pessoal para a mesma atividade. O Scratch permite isso, o uso da criatividade, é uma ferramenta autoral*”.

A reflexão permitiu a identificação de aspectos positivos dos cenários inclusivos mediados por tecnologias presentes em dispositivos móveis. Sob a perspectiva de Demo (2009), essa visão é complementada à medida que voltam seu olhar para os jogos em ambientes tecnológicos. Na concepção desse pesquisador, os bons jogos trazem desafios

naturalmente, já que propiciam oportunidades de criação, como a de personagens ou avatares, por meio dos quais o jogador pode expressar seu pensamento criativamente; pode-se, sempre que julgar necessário, realizar mudanças nas regras do jogo, assumindo para si o papel de autor, além de mudanças ou adaptações nos cenários. Percebe-se que, em todos os cenários apresentados, o tratamento dado às tarefas promoveu experiências compatíveis aquelas descritas em bons jogos para os participantes. Como já dito anteriormente, foi possível criar personagens e cenários no *Scratch*, regras e teclas novas no *The Calculator* e novas músicas no Xilofone. Tudo isso reforça a crença de que o processo estimulou o desenvolvimento de habilidades de autoria, autonomia, criatividade e interação dos participantes com as tarefas pelas possibilidades que a interface destes *softwares* permite.

É interessante observar que tais ideias confirmam as apresentadas por pesquisadores que investigam a educação inclusiva e o uso das tecnologias digitais, quando defendem o emprego de tais ferramentas por favorecerem a interdisciplinaridade e a oferta de estímulos para a emergência de novas estratégias, atitudes e habilidades relevantes para o desenvolvimento cognitivo dos alunos “diferentemente eficientes”. Dentre elas, destacamos a autoria, a autonomia, a responsabilidade e a cooperação, atendendo e considerando a diversidade de cada um deles.

A escolha por pesquisas desenvolvidas em turmas inclusivas foi ainda mais gratificante por permitir acompanhar e observar os alunos diante das socializações e/ou por meio de seus registros escritos. Pudemos verificar as estratégias utilizadas, bem como os esquemas mobilizados para a realização das tarefas propostas em um contexto favorável às diferenças. Nossas análises indicam que os resultados encontrados, para todos os alunos das turmas, são similares independentemente de suas particularidades. Acreditamos que, por serem desconhecidos pela maioria dos alunos, os aplicativos escolhidos, além de motivá-los, desafiaram-nos durante todas as etapas. Considerando, em particular, os alunos com TDA e com TDAH, observamos que eles dedicaram mais tempo do que o previsto como satisfatório para um ambiente de aprendizagem, segundo a Associação Brasileira do Déficit de Atenção (ABDA) e pesquisadores da área. A crença é a de que atividades de curta duração sejam mais adequadas a esse público para garantir a atenção e o envolvimento dos alunos durante todo o processo.

Como os cenários inclusivos propostos trabalhavam conceitos matemáticos como princípio multiplicativo, conjunto dos números naturais e inteiros e geometria com construções de figuras planas, percebemos que os alunos utilizaram diferentes registros (por exemplo, o algébrico, o pictórico e a língua natural), o que contribuiu para a compreensão dos conceitos trabalhados. Nas situações geométricas utilizando o *Scratch*, foi solicitado a construção do quadrado e depois do retângulo. São construções similares, uma vez que apresentam quatro ângulos retos e lados opostos paralelos, porém com especificidades que alteram a programação, levando os alunos a refletirem sobre a condição de existência de cada figura. Desta forma, preservando as condições de existência das figuras desejadas, novas construções podem ser feitas. Fato esse, proposto naturalmente pela uso da linguagem de programação *Scratch*,

Já a experiência de criar composições no Xilofone e a possibilidade de registrá-las de diferentes maneiras, de modo a favorecer as preferências dos alunos, contribuiu para que eles conseguissem perceber regularidades e estabelecer padrões para atender “o tipo de música” solicitado nas atividades.

O trabalho com o *The Calculator* permitiu aos alunos criarem sentenças numéricas, operá-las, validá-las, refletir sobre os valores encontrados e buscar soluções para além do *Game*, como os sinais de associação.

Finalizamos as reflexões referentes aos aspectos favoráveis de cenários matemáticos inclusivos, mediados por ferramentas tecnológicas acessíveis em dispositivos móveis, reconhecendo-as como importante recurso pedagógico que contribui para a mobilização de objetos matemáticos, capazes de atender a todos indistintamente em um ambiente de aprendizagem inclusivo e interativo. Acrescenta-se a isso, a importância do planejamento de cenários inclusivos que possibilitem a autonomia e autoria de todos da turma, em especial daqueles considerados “diferentemente eficientes”.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DÉFICIT DE ATENÇÃO. *O que é o TDAH*. Disponível em: <http://www.tdah.org.br/br/sobre-tdah/o-que-e-o-tdah.html>. Acesso em: 27 abril 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PARALISIA CEREBRAL. *Paralisia Cerebral* –

Perguntas e Respostas. Disponível em: <https://paralisiacerebral.org.br/>. Acesso em: 21 abril 2014.

CARVALHO, R. E. A incorporação das tecnologias na educação especial para a construção do conhecimento. In: SILVA, S.; VIZIM, M. (Org.). *Educação Especial: múltiplas leituras e diferentes significados*. Campinas: Mercado de Letras, 2001, p. 57-84.

DEMO, P. Aprendizagens e novas tecnologias. *Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Educação Física*, v. 1, n. 1, p.53-75, Agos.,2009. ISSN 2175-8093

FAGUNDES, Lea. *O professor deve tornar-se um construtor de inovações – entrevista* Midiativa, 2007.

FAUSTINO, T.A.S.A. *O pensamento algébrico em atividades relacionadas ao princípio multiplicativo: empregando tecnologias móveis em uma sala inclusiva*. 2015. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Universidade Anhanguera de São Paulo, SP, 2015.

FAUSTINO, T. A. S. O desenvolvimento do pensamento algébrico em uma sala inclusiva usando uma tecnologia móvel. In: XIV ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2014, Recife. *Anais [...]*. Recife, 2014.

FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. Cenários multimodais para uma Matemática Escolar Inclusiva: Dois exemplos da nossa pesquisa. In: XIV CONFERENCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA - CIAEM, 2015, Tuxtla Gutiérrez. *Anais [...]* Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Chiapas: Editora do CIAEM, 2015. v. 1, p. 1-12.

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali; HEALY, Lulu. Educação Matemática Inclusiva: Reflexões sobre nossa jornada. **RenCiMa**: Revista de Ensino de Ciência e Matemática, São Paulo, v. 7, n. 4, p.28-48, set. 2016. Trimestral.

GONZÁLEZ, J. A. T. *Educação e diversidade: bases didáticas e organizativas*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GUIMARÃES, Márcia. *Síndrome de Irlen*. Disponível em: <http://www.dislexiadeleitura.com.br/downloads/artigo.dra.marcia.revista.sindrome.pdf> Acesso em: 21 abril 2014.

LIFELONG KINDERGARTEN GROUP. *Ifelong Kindergarten Group – Papert about Scratch..* Disponível em: <https://www.media.mit.edu/groups/lifelong-kindergarten/projects/>. Acesso em: 23 fev. 2019.

MORAIS, T. M. R.; SILVA, E. L. da; FERNANDES, S. H. A. A. Investigando as possibilidades do *Scrath* para o ensino e a aprendizagem de conceitos matemáticos em cenários inclusivos. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - ENEM. Campo Grande, 2019. *Anais [...]*. Campo Grande, 2019.

MORAIS, T. M. R; FAUSTINO, T. A. S. A. *Investigando os teoremas em ação mobilizados por alunos “diferentemente eficientes” diante do Calculator the game em cenários inclusivos. Educação Matemática em Revista: Diferenças, Inclusão e Educação Matemática*, Brasília, v. 64, n. 24, p.71-87, set. 2019. Trimestral.

ORJALES, I. Déficit de Atenção/Hiperatividade: Diagnóstico e Intervenção. In: GONZÁLES, E. et al. *Necessidades educacionais específicas intervenção psicoeducacional*. Porto Alegre: Artmed, 2007 p.295 – 319. Cap.14 Tradução de: Daisy Vaz Moraes.

PAPERT, S. *Logo: computadores e educação*. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

Submetido em 15 de setembro de 2019.

Aprovado em 21 de janeiro de 2020.