



SEÇÃO DOSSIÊ TEMÁTICO

Material Dourado na Educação Matemática: relatos com estudantes cegos e/ou baixa visão

Golden Material in Mathematics Education: reports with blind and/or low vision students

Maria Adelina Raupp Sganzerla¹
Marlise Geller²

RESUMO

Com o intuito de promover a igualdade de condições à matrícula na escola para todos, surgiram normativas, leis e decretos que fundamentam e amparam a Educação Inclusiva no Brasil. Resultante disso, encontra-se a oferta de Atendimento Educacional Especializado (AEE), preferencialmente no ensino regular. Nesse contexto, este artigo apresenta um recorte de uma tese de doutorado cujo objetivo foi investigar potencialidades da Tecnologia Assistiva (TA) no ensino de conceitos matemáticos, nos atendimentos realizados no AEE, além do processo de implementação de tecnologias como recurso pedagógico. Com uma abordagem qualitativa, descrevem-se as atividades pedagógicas com a utilização de TA e do Material Dourado para a aquisição do conceito de número, principalmente da contagem. Participaram da pesquisa dois estudantes cegos e três com baixa visão do Ensino Fundamental e cinco professoras, três do AEE, e duas professoras da turma de aula regular. A partir da análise textual discursiva são descritas algumas atividades relacionadas, por exemplo, ao Material Dourado e ao uso do Real, a moeda corrente nacional, efetuadas pelas professoras participantes junto aos atendimentos do AEE. Diversos recursos foram utilizados em todas as etapas da aquisição do conceito de número. Entre eles, destacam-se a TA Contátil, o Material Dourado e calculadoras. Na apresentação dos conceitos, foram utilizadas interações com os símbolos matemáticos em braille, além de representações de quantidades numéricas utilizando materiais táteis adaptados e diversificados. A consolidação ocorreu com o auxílio de calculadoras e outros recursos de cálculos, enquanto a abstração foi promovida por meio da representação de quantidades e operações com cálculos mentais.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Educação Matemática Inclusiva. Material Dourado. Tecnologia Assistiva.

ABSTRACT

In order to promote equal enrollment opportunities in schools for all students, regulations, laws, and decrees have been established to support and uphold Inclusive Education in Brazil. As a result, there is the provision of Specialized Educational Assistance (SEA), preferably within regular education. In this context, this article presents a segment of a doctoral thesis whose objective was to investigate the potential of Assistive Technology (AT) in teaching mathematical concepts during SEA sessions, as well as the process of implementing technology as a pedagogical resource. With a qualitative approach, the pedagogical activities involving the use of AT and the Golden Material for the acquisition of the concept of number, particularly counting, are described. The research included two blind students and three

1 Universidade Luterana do Brasil (Ulbra)
Doutora em Ensino de Ciência e Matemática pela Ulbra
E-mail: masganzerla@gmail.com

2 Universidade Luterana do Brasil (Ulbra)
Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
E-mail: marlise.geller@gmail.com



students with low vision from elementary school, as well as five teachers, three from SEA and two from the regular classroom. Through textual discursive analysis, various activities related to the Golden Material and the use of the Brazilian currency, the Real, are described; which were conducted by the participating teachers during SEA sessions. Throughout the different stages of acquiring the concept of number, several resources were utilized, including Tactile AT, the Golden Material and calculators. During the presentation of concepts, interactions with braille mathematical symbols were used, along with representations of numerical quantities using adapted and diverse tactile materials. Consolidation was facilitated by calculators and other calculation resources, while abstraction was promoted through the representation of quantities and mental calculations.

Keywords: Visual Impairment. Inclusive Mathematics Education. Gold Material. Assistive Technology.

Introdução

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu como um de seus objetivos principais a promoção da igualdade de condições no acesso à educação, independentemente da condição física ou intelectual dos indivíduos (BRASIL, 1988). A partir dessa proposição, diversas normativas, leis e decretos foram criados com o objetivo de fundamentar e apoiar a Educação Inclusiva no país. Entre os efeitos dessas normas, destaca-se a oferta de Atendimento Educacional Especializado (AEE), que deve ser oferecido preferencialmente dentro do ensino regular (BRASIL, 2008). Com essa conquista, busca-se garantir a inclusão educacional de todos os estudantes.

À vista disso, a Educação Inclusiva nas escolas brasileiras, tanto públicas, quanto privadas, pressupõe a necessidade de uso e adaptações de materiais para as aulas de Matemática. Além da sala de aula regular, outros espaços são ofertados, como as salas multifuncionais e os AEE, voltados ao atendimento dos estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento, altas habilidades/superdotação.

De acordo com os microdados do censo escolar da Educação Básica de 2022 (INEP, 2022), na região Sul do Brasil, foram registrados 845 estudantes cegos e 10.973 com baixa visão. É importante salientar que as crianças cegas precisam ser estimuladas por meio de outros sentidos, como o tato, a audição e o olfato, já que a restrição da visão limita o uso de recursos visuais. Isso torna necessária a adaptação dos materiais essenciais para o processo de ensino e de aprendizagem desses estudantes. Nesse sentido, a Tecnologia Assistiva (TA) e, em especial, o Material Dourado, são grandes aliados na educação matemática, pois permitem a adaptação e oferecem recursos para o ensino e compreensão dos conceitos matemáticos.

Discutindo esse tema, o presente artigo é um recorte da tese de doutorado *Deficiência visual e a educação matemática: estudo sobre a implementação de Tecnologia Assistiva*³ (SGANZERLA, 2020), inserida no contexto da educação inclusiva matemática, do Programa

³ Aprovada pelo Comitê de Ética sob protocolo número CAAE: 66101616.5.0000.5349.



de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da ULBRA, e desenvolvida dentro do LEI – Laboratório de Estudos de Inclusão. O objetivo geral é investigar as potencialidades da TA no ensino de conceitos matemáticos e nos atendimentos realizados no AEE, além do processo de implementação (envolvendo o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação) de tecnologias enquanto recursos pedagógicos.

Este artigo tem como base metodológica a Análise Textual Discursiva, inspirada em Moraes e Galiazzi (2013). Aqui são descritas algumas atividades realizadas com o Material Dourado no processo de construção de conceitos matemáticos iniciais e o uso de Tecnologia Assistiva (TA) Contátil (SGANZERLA, 2014; MARQUES; SGANZERLA; GELLER, 2018) pelos estudantes cegos e/ou com baixa visão durante os atendimentos do Atendimento Educacional Especializado em uma escola pública inclusiva da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS.

2 Deficiência visual na perspectiva da Matemática inclusiva

Segundo a OMS (2022), a deficiência visual é apresentada como a privação em parte ou total da capacidade de enxergar. Na perspectiva pedagógica, deve-se considerar, em qualquer abordagem sobre o ensino para estudantes com deficiência visual, que estes apresentam as mesmas condições que os videntes para o aprendizado da Matemática (LEITE *et al.*, 2010). Porém, cabe destacar que a utilização de recursos e materiais especiais adaptados é importante para potencializar o processo de aprendizagem.

Nesse sentido, a *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC) apresenta como competências específicas para o Ensino Fundamental (BRASIL, 2018, p. 267): “[...] desenvolver do raciocínio lógico; utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis [...]”, reforçando ainda que se deve reconhecer a “necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e de diferenciação curricular, conforme estabelecido na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015)” (BRASIL, 2018, p. 15).

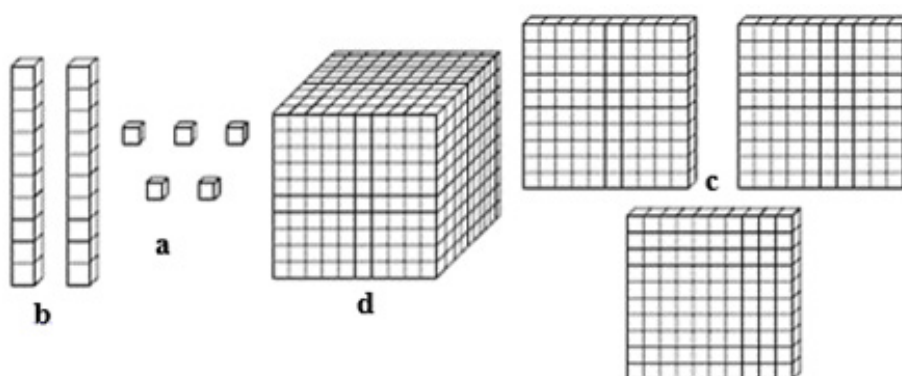
A área da Educação Matemática muitas vezes apresenta ressalvas e carências relacionadas ao desenvolvimento de conteúdos matemáticos aos estudantes com deficiência visual. Um exemplo são as representações numéricas. Isso pode ocorrer pois estudantes com deficiência visual, muitas vezes, podem ainda não ter construído o entendimento e a abstração em um primeiro momento, quando os conceitos lhes são exibidos, em função de sua restrição visual. Nessa perspectiva, Piaget e Inhelder (1975) compreendem o pensamento lógico matemático não como uma invenção ou como uma descoberta, mas, sim, como um resultado de ações coordenadas da criança. A construção mental é dada por etapas, nas quais a criança passa por um processo de formação e aquisição do conceito de número, formando assim o conhecimento lógico-matemático. Kamii (1994, p. 19) destaca que “o número, é uma síntese

de dois tipos de relação que a criança elabora entre os objetos (por abstração reflexiva). Uma é a ordem e a outra é a inclusão hierárquica”.

A criança cega leva mais tempo para conhecer e reconhecer as coisas e os objetos, pois manuseia e analisa de acordo com as suas necessidades ao passo que a criança que enxerga tem a possibilidade de perceber o objeto na sua totalidade e “imerso” num contexto mais amplo (BRASIL, 2014, p. 39).

Visando à inclusão, o uso de recursos para a aquisição do número pela criança com deficiência visual pode ser um material adaptado com texturas, objetos concretos manipuláveis, Material Dourado ou uma tecnologia para apoio ao ensino de Matemática. Cabe destacar que o Material Dourado foi idealizado e utilizado por Maria Montessori, uma médica e educadora italiana, para trabalhar com crianças que apresentavam distúrbios de aprendizagem na aritmética (SILVA; ARAUJO, 2011). O material é constituído por cubinhos que representam as unidades (Figura 1a), barras representando as dezenas (Figura 1b), placas compondo as centenas (Figura 1c) e o cubo que forma o milhar (Figura 1d).

Figura 1. Material Dourado



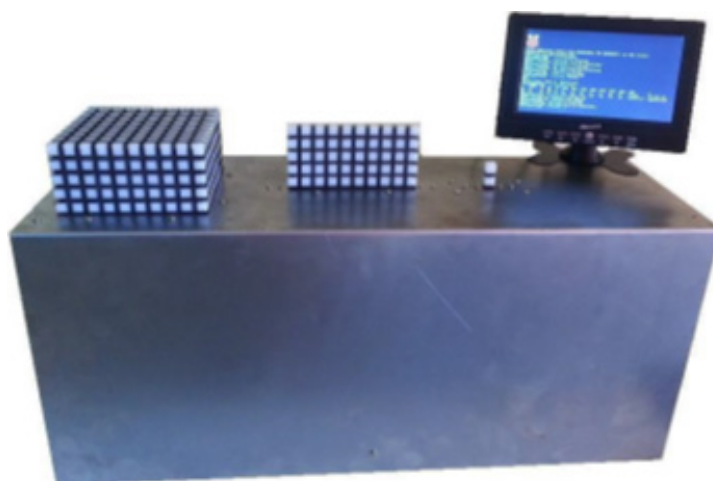
Fonte: Wellington (2010).

Com os cubos, as barras e as placas, é possível compreender, por meio de atividades, o sistema de numeração decimal, valor posicional e métodos para efetuar as operações fundamentais (com algoritmos). As relações numéricas abstratas passam a ter uma imagem concreta, facilitando a compreensão. Obtêm-se, então, além da compreensão dos algoritmos, um notável desenvolvimento do raciocínio e um aprendizado mais agradável.

Com o Material Dourado, a pessoa com deficiência visual pode assimilar tanto o conhecimento das diferentes grandezas, como a quantidade. Levando isso em conta, a partir de estudos junto ao LEI, foi idealizada e desenvolvida a Contátil, uma Tecnologia Assistiva que mecanizou o Material Dourado, proporcionando a possibilidade de movimento, textura e áudio. A Contátil (Figura 2) é um equipamento que permite a interação com o usuário, que

poderá acessar um menu de opções e selecionar dentre os modos: “Aprendizado dos Números”, “Calculadora Tátil”, “Calculadora Interativa Tátil” ou “Atividades”. Escolhido o modo de funcionamento e inseridas as entradas numéricas, o retorno para o usuário será pelo meio físico, em forma de áudio e de blocos táteis. Neste artigo será apresentado o modo Aprendizado dos Números, em que é possível tatear um valor numérico.

Figura 2. Contátil



Fonte: Marques, Sganzerla e Geller (2018).

Bersch e Toniolli (2008, p. 3) apresentam a TA como “o acesso a todo o arsenal de recursos que necessitam e que venham favorecer uma vida mais independente, produtiva e inclusiva no contexto social geral”. Compreende-se, então, que a Tecnologia Assistiva é uma grande aliada na Educação Matemática, uma vez que pode proporcionar às crianças com deficiência visual a experiência pelo tato.

Pesquisas sobre a Educação Matemática e a Tecnologia Assistiva – como por exemplo Silva e Flores (2020), Fraz (2018) e Salvino (2017) – indicam que as Tecnologias Assistivas são importantes para a eficácia do processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos matemáticos. Por sua vez, Bolite Frant (2022) argumenta que a TA é necessária, porém pode não ser suficiente para garantir a inclusão de alunos com deficiência, bem como uma aula de Matemática inclusiva.

A partir desse contexto, busca-se ainda uma aproximação entre a Educação Matemática ensinada na escola e a Educação Matemática do cotidiano, apoiando-se nas ideias de D’Ambrosio (1993), que reflete sobre o ensino da Matemática utilizando dos conhecimentos de calcular, modelar, ler, escrever e recuperar informação, simular, promovendo a instrumentalização do estudante, incentivando sua socialização e a construção de novos conhecimentos.

Outro ponto de reflexão diz respeito às condições de vida e às oportunidades que serão distintas considerando as diversas realidades dos estudantes, e mais especificamente



dos estudantes cegos ou com baixa visão. Cabe então assinalar que “Uma preocupação da educação matemática crítica é reconhecer a diversidade de condições nas quais o ensino e a aprendizagem de matemática acontecem no mundo. Isso pode ter impacto nos conceitos e teorias desenvolvidos” (SKOVSMOSE, 2014, p. 31).

3 Metodologia

A pesquisa, com caráter qualitativo, objetivava investigar o processo de implementação de TA, considerando a deficiência visual na perspectiva da educação matemática nos primeiros anos do Ensino Fundamental. Assume-se, então, visando uma exploração direta, a técnica de observação participante, que, segundo Marconi e Lakatos (2010), consiste em uma participação real do pesquisador junto aos participantes do processo investigativo, vivenciando a realidade destes e propondo alternativas. Neste caso, a pesquisadora vivenciou a prática dos atendimentos do AEE, inferiu sobre as necessidades dos estudantes e propôs atividades com o uso do Material Dourado e da Contátil no ensino de conceitos matemáticos.

Destaca-se que a Análise Textual Discursiva compreende a metodologia de análise empregada nesta pesquisa, apoiando-se em Moraes e Galiazzi (2013, p. 11), uma vez que, “produzindo o material de análise a partir de entrevistas e observações, a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação”. Os autores ainda salientam que a intenção é compreender, reconstruir conhecimentos existentes sobre os temas investigados e não os refutar ao final da pesquisa.

A pesquisa ocorreu em uma escola municipal inclusiva pertencente à região metropolitana de Porto Alegre, envolvendo cinco professoras que ensinam Matemática, três do Atendimento Educacional Especializado e duas de sala de aula regular. Além das professoras participantes, a pesquisa envolveu os cinco estudantes com deficiência visual matriculados no Ensino Fundamental, todos com atendimento no AEE no contraturno da aula, dois cegos e três com baixa visão. Neste texto, recorte de uma tese de doutorado, apresenta-se o relato de duas das professoras participantes da pesquisa, denominadas Professora1 e Professora2, em atendimento no AEE com três estudantes, dois com baixa visão e um cego, denominados de E, L e W.

A Análise Textual Discursiva está centrada em quatro focos: (1) Desmontagem dos textos (desconstrução, delimitação do “corpus” e unitarização); (2) Estabelecimento das relações (categorização, da qual emergiram duas: ação dos docentes que ensinam conceitos matemáticos e processos de construção de conhecimento dos estudantes); (3) Captação do novo emergente (construção dos metatextos); e (4) Um processo auto-organizado (ciclo de análise com foco nos dados coletados) (MORAES; GALIAZZI, 2013).



Assim, apresenta-se aqui um recorte do metatexto, por meio da análise de atividades que buscam evidenciar o uso de TA, materiais adaptados e o Material Dourado para a aquisição do conceito de número, principalmente da contagem.

4 Discussão dos resultados

A Portaria Normativa nº 13, de 24 de abril de 2007 (BRASIL, 2007), que dispõe sobre a criação do Programa de Implantação de Sala de Recursos Multifuncionais, tem como objetivo fortalecer o processo de inclusão nas classes comuns de ensino, ofertando Atendimento Educacional Especializado. Em seu Parágrafo Único, o documento conceitua sobre o seu espaço: “é um espaço organizado com equipamentos de informática, ajudas técnicas, materiais pedagógicos e mobiliários adaptados, para atendimento às necessidades educacionais especiais dos alunos” (BRASIL, 2007, p. 1).

As duas professoras do AEE, Professora1 e Professora2, possuem formação pedagógica, especializações em áreas afins e na área da educação inclusiva, em consonância com a legislação vigente, conforme determinado pelo MEC (BRASIL, 2008, p. 4): “formação inicial que o habilite para o exercício da docência e formação específica na educação especial, inicial ou continuada”. Neste recorte são apresentadas e discutidas algumas atividades relacionadas ao Material Dourado conduzidas pelas professoras participantes junto aos atendimentos do AEE. Com base nas duas categorias que emergiram ao longo do processo investigativo, relata-se um recorte das categorias: “a ação dos docentes que ensinam conceitos matemáticos” e “processos de construção de conhecimentos dos estudantes”.

Com relação aos professores que atuam no AEE, são dispostas suas funções da seguinte forma: “identificar, elaborar e organizar recursos pedagógicos e de acessibilidade que eliminem as barreiras para a plena participação dos alunos, considerando suas necessidades específicas” (BRASIL, 2008, p. 1). Considera-se, ainda, que os atendimentos são disponibilizados com a intenção de complementar e/ou suplementar a formação dos estudantes, visando sua autonomia e independência tanto na escola quanto em sua vida pessoal (BRASIL, 2009).

Consideram-se os alunos com deficiência, com transtornos globais do desenvolvimento e com altas habilidades/superdotação como o público do AEE (BRASIL, 2008). Assim, as atividades propostas para os participantes durante a pesquisa foram aplicadas e desenvolvidas por praticamente todos os estudantes desse público. Os relatos trazidos a seguir são trechos mais significativos no contexto das atividades realizadas.

Para a atividade de contar, não basta que os estudantes recitem oralmente a sequência numérica. É necessário que eles compreendam a lógica das relações entre seriação, classifica-



ção e correspondência biunívoca envolvidas nesse ato. Além disso, é relevante a compreensão de cinco importantes princípios de contagem, descritos inicialmente por Gelman e Gallistel (1978), retomados por Nunes e Bryant (1997): (1) Correspondência um para um – deve-se contar cada objeto uma vez e corresponder com o nome de um numeral; (2) Ordem estável – recitar os números em uma ordem constante ao contar; (3) Cardinalidade – o último número que é contado é o número de itens do conjunto; (4) Irrelevância na ordem – a ordem de contagem dos objetos (da direita para a esquerda, da esquerda para a direita, do meio para as extremidades) não faz diferença no resultado final; (5) Abstração – objetos de qualquer tipo ou formato, podem ser agrupados e contados.

Batista (2005, p. 8) expõe que a questão da aquisição de conceitos por pessoas com deficiência visual “passa, em primeiro lugar, por tudo o que se refere à aquisição de conceitos por qualquer pessoa, com ou sem alterações sensoriais”. Nessa perspectiva, salienta-se que a contagem requer uma aptidão envolvendo a lógica posicional, agrupamento e a conservação do número. Para Piaget e Inhelder (1975), quando os estudantes organizam os objetos em fileiras para a contagem, eles devem saber que a quantidade continua a mesma ao organizar os mesmos objetos em um grupo. Essa etapa é considerada como a conservação do número, não importando a organização ou as propriedades (KAMII, 2012).

Atividades de agrupamento foram propostas pela Professora². A Figura 3 apresenta L agrupando 4 elementos em cada um dos 9 grupos, perfazendo um total de 36 objetos. Com esses mesmos objetos foi solicitado o agrupamento em 6 grupos, e, após finalizado o exercício, o estudante foi questionado sobre a quantidade. L respondeu, corretamente, que havia os mesmos 36 objetos anteriores, mas que agora eles estavam “em tamanho menor”, referindo-se à quantidade dos grupos.

Figura 3. Contagem com o auxílio do Material Dourado



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nunes e Bryant (1997) estão em consonância com Piaget (1971) quando este aponta que não é suficiente apenas saber contar se as crianças não compreenderem a utilidade da contagem. Para Piaget (1971), a criança compreende o significado do número quando é capaz de fazer a relação lógica entre seriação, classificação e relação biunívoca, compreendendo as relações de equivalência, com a elaboração gradual dos sistemas de inclusão.

Para entender o processo de formação dos números que envolvam dezenas, centenas ou milhares, os estudantes necessitam estabelecer várias relações mentais (abstração reflexiva) sobre os objetos. Isto é fundamental para que possam compreender quantidades com as quais não haviam entrado em contato anteriormente (KAMII, 1994). Esta autora ainda afirma que a elaboração da sequência numérica se constitui com base na abstração, estabelecendo relações de ordem e de inclusão hierárquica, que estão associadas diretamente à contagem. Relata, também, que esse resultado não é decorrente da ordem espacial dos objetos, mas sim da organização mental que a pessoa cria durante a contagem, “significa que a criança inclui mentalmente um em dois, dois em três, três em quatro, etc.” (KAMII, 1994, p. 20).

Figura 4. Atividade relativa ao valor posicional



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Em consonância com a sala de aula regular, os valores posicionais são trabalhados no atendimento do AEE pela Professora². As atividades referentes às unidades, dezenas e centenas foram apresentadas de forma a garantir que o estudante possa compreender e abstrair os valores posicionais. Juntamente com a tabela para “desmembrar” os valores (Figura 4) em unidades, dezenas e centenas, foram disponibilizados o Material Dourado e a lupa para auxiliar na visualização. Isso ocorreu porque a atividade não foi disponibilizada em braille pela professora da sala de aula regular.

Em paralelo à atividade, a Contátil foi manipulada para a verificação dos valores correspondentes, já que esta TA apresenta as quantidades táteis dos valores na forma do Material Dourado (Figura 5).

Figura 5. Contátil auxiliando no valor posicional

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Uma das atividades propostas pela pesquisadora foi a verificação do valor 103 (Figura 6). L iniciou pela contagem das unidades, ao tatear as dezenas, falou “Não tem nada aqui!”, então passou para as centenas, onde verificou que havia uma centena. Esperou-se que ele expressasse o valor e então disse: “é o 103”. A Professora2 questionou: “Explique porque é o número 103”. Vendo que o silêncio tomou conta, outra pergunta foi realizada: “Vamos ver o porquê desse número 103, diga quantas unidades tem, quantas dezenas e quantas centenas”. Imediatamente surgiu a resposta “Tem 3 unidades, estão aqui”. Nesse momento foi apontado para o agrupamento de unidades: “Tem, tem, nenhuma dezena – por isso tem o zero?”. Percebe-se que a representação do valor estava correta, porém o estudante ainda tinha dúvidas quanto ao posicionamento do zero. Então, a professora explicou que este era o guardador de lugar, que dessa forma estava expresso que não havia dezenas, mas havia unidades e centenas.

Figura 6. Verificação do valor posicional 103

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Sganzerla e Geller (2019) indicam que as atividades por meio da visualização/tato da quantidade são essenciais para a compreensão do valor posicional. Desta forma, o estudante é auxiliado na abstração e conseqüentemente na efetivação das operações matemáticas de forma correta, utilizando as unidades, dezenas e centenas em sua posição original. Isso dialoga com a BNCC, que apresenta diversas competências específicas para o Ensino Fundamental (BRASIL, 2018, p. 267), entre elas “desenvolver do raciocínio lógico; utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis”.

Além do Contátil, a TA calculadora ampliada (Figura 7a) e a falante (Figura 7b) fazem parte dos recursos utilizados nos atendimentos do AEE. Com elas, W e L foram incentivados a trabalhar com operações matemáticas com duas parcelas.

Figura 7. Calculadora ampliada e falante



Fonte: Acervo da pesquisadora.

A atividade foi mediada pela Professora2, que propôs a W e a L efetuarem somas nas calculadoras, com as respostas por via oral ou por números e símbolos dispostos na mesa para que pudessem visualizar (Figura 7b) após o cálculo. A proposta era verificar, por meio do resultado apresentado nas calculadoras, se os valores estavam corretos ou não. Assim, surgiu uma interação entre os dois estudantes. Em um momento, a Professora2 perguntou “cinco mais sete quanto é?”, L efetuou o cálculo e respondeu “12”, porém W respondeu “13”. Nesse momento a Professora2 interveio, solicitando que eles então fizessem o cálculo de outra maneira, sem o uso da calculadora. Então, W solicitou o Material Dourado.

Com o Material Dourado, W separou 5 cubinhos em um canto do delimitador, e em sua mão, 7 unidades. Não tendo certeza se a quantidade separada estava correta, W contou novamente os cubinhos inseridos no delimitador. Certificou-se de que havia 5 de fato, então começou a inserir os cubinhos que estavam na mão, contando um, dois, ... até o valor 7. Aí respondeu: “não são 13, são 7”. Nesse momento, L, ajudando o colega W, separou novamente as 5 unidades

em um canto do delimitador, pegou os outros 7 cubinhos e devolveu para W, dizendo “Já tem 5 ali, então o próximo é o seis”, pegando um cubinho e colocando dentro no delimitador, “depois é sete” inserindo uma nova unidade. Ao final tinham 12 cubinhos, W contou todos e falou: “então são 12 mesmo!”. O auxílio de L proporcionou uma troca de experiência entre os pares.

Nesse sentido, vê-se que o uso da TA “é fundamental para a pessoa com deficiência, em sua autoestima” (OTHERO; AYRES, 2012, p. 228). Dessa forma, os estudantes sentem-se parte da atividade, uma vez que uso de tecnologias contribui para a construção do conhecimento. Além disso, as tecnologias despertam curiosidade e interesse pelo manuseio.

Além dessas atividades, em um dos atendimentos a pauta foi relacionada ao real, a moeda corrente nacional. O que é possível comprar com os diversos valores em notas e moedas foi a primeira discussão entre os estudantes. A segunda foi: como reconhecer as notas e moedas quando se é uma pessoa com deficiência visual? Alguns estudantes, como W e J, possuíam pouco contato com dinheiro, falaram que sempre havia alguém junto quando compravam algo e que, na escola, sempre levavam lanche de casa ou comiam o oferecido pela Prefeitura.

As notas de reais possuem marcadores (Figura 8) para identificá-las, estes são traços diferenciados em cada uma delas, dessa forma a pessoa com deficiência visual consegue distinguir seus valores. O problema de trabalhar com os estudantes é que os “dinheirinhos falsos”, encontrados nas lojas, muitas vezes não possuem os marcadores em relevo, apenas impressos, sendo necessário, dessa forma, o uso de notas verdadeiras ou uma adaptação com cola em relevo, por exemplo.

Figura 8. Marcações nas notas de reais



Fonte: Acervo da pesquisadora.

As atividades contempladas foram de reconhecimento, no primeiro momento, diferenciação dos marcadores e quanto valia cada uma das notas. G falou que poderia ser utilizada a lupa para verificação dos valores, se os marcadores estivessem “danificados”. O segundo momento abordou o que poderia ser comprado com cada uma delas e que combinações

poderiam ser feitas para “ter mais dinheiro”. J, que havia ido a um show de um cantor brasileiro, comentou que o valor do ingresso pago foi de R\$ 100,00, que era uma nota apenas. Nesse momento surgiu uma discussão do grupo, pois G afirmou que poderia juntar duas notas de R\$ 50,00 para comprar o ingresso. As combinações de notas para garantir a compra do ingresso iniciaram, porém com uma barreira: tinha-se apenas um exemplar de cada nota.

Recursos como Material Dourado e calculadoras foram inseridos na atividade (Figura 9). Para os estudantes que precisam do material concreto (W, E, J) foi disponibilizado o Material Dourado, organizado de acordo com os valores das notas, e para aqueles que já entendiam a abstração em um patamar avançado, foi oferecida a calculadora (L e G). Assim, as combinações de notas para compor o valor do ingresso foram discutidas e apresentadas.

Figura 9. Material Dourado e Calculadora



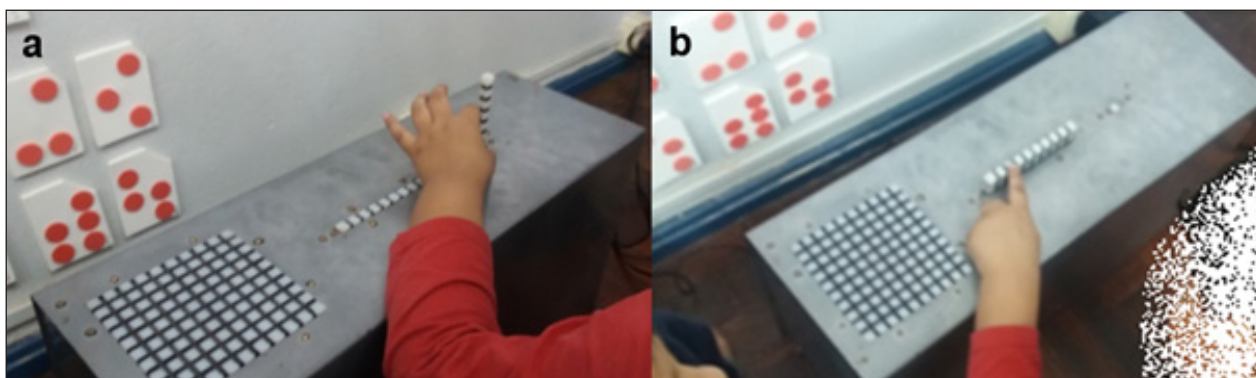
Fonte: Acervo da pesquisadora.

L queria transformar os valores em reais para centavos, porque este tinha uma quantidade maior que o outro. A conversão para L é muito complicada, pois alguns cálculos seriam na casa do milhão, que ainda é desconhecido. Mesmo assim, foi explicado que para cada um real, são equivalentes 100 centavos. É pertinente, aqui, resgatar as ideias de Skovsmose (2014, p. 44): “Quando há um encontro entre a intencionalidade do aprendiz e a proposta de atividade, uma gama de sentidos se abre. Mas muitas surpresas podem estar ocultas nesse leque. Não há fórmulas nem roteiros para uma educação significativa...”

W, em processo da aquisição do número, foi apresentado a diversos materiais de contagem, como objetos diversificados (bolinhas, círculos, brinquedos) e o Material Dourado. Isso se deu pois é por meio “das diversas manipulações de objetos que as crianças elaboram pouco a pouco a noção de número natural” (ERMEL, 1991, p. 4). Em algumas manipulações de contagem nessa atividade, os objetos foram contados mais de uma vez; atribui-se a isso a questão de estarem separados. A Contátil, por possuir as unidades, dezenas e centenas agrupadas, torna essa experiência tátil mais assertiva.

A Figura 10 apresenta W em uma das atividades de contagem envolvendo unidades e dezenas. A questão de as unidades estarem agrupadas (Figura 10a) facilita na contagem, pois nenhuma das peças irá se deslocar ou ser contada duas vezes por retornar ao delimitador, por exemplo. W contou as unidades, chegando até o valor 9, então foram acionados outros valores de unidades para verificar se estes estavam abstraídos. O resultado foi positivo, mesmo que em alguns momentos um valor tenha sido “pulado”.

Figura 10. Contátil no reconhecimento das unidades e dezenas

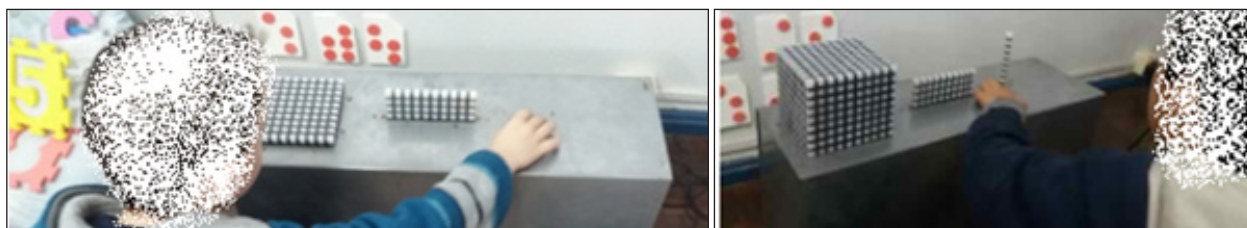


Fonte: Acervo da pesquisadora.

Como o reconhecimento da dezena ainda estava sendo construído, foram necessárias várias contagens de uma dezena (Figura 10b) para que realmente o valor 10 fosse consolidado. Na unidade, com o uso da Contátil, era possível tocar em cada uma das unidades, sem retirá-las (Figura 10a), garantindo dessa forma uma contagem única. Já nas dezenas, pela sua disposição horizontal, a estratégia de contagem foi colocar o dedo em cada uma das unidades, mas muitas vezes o dedo passava de uma unidade para a outra sem ser recitado.

Em uma atividade realizada com os alunos L e G, eles fizeram uma espécie de competição entre si, um acionava a Contátil com um valor (com o som desligado) e o outro deveria identificar o valor. Dessa forma os dois estavam exercitando o reconhecimento das centenas, dezenas e unidades, assim como o valor posicional, pois em vários momentos algumas das casas era o zero (Figura 11). A média de acertos pelos dois foi quase de 100%.

Figura 11. Contátil em unidades, dezenas e centenas



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Durante a manipulação da Contátil, E questionou se realmente era o Material Dourado que estava sendo representado. Ela aspirava saber se as quantidades eram as mesmas, principalmente com relação às centenas, pois estava acostumada a recebê-las em uma placa contendo 10 dezenas, enquanto na Contátil as placas estavam agrupadas. A solução foi apresentar as duas versões e solicitar a contagem da placa (Figura 12a) do Material Dourado e as dezenas (Figura 12b) da Contátil.

Figura 12. Contátil x Material Dourado



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Atividades de contagem utilizando o Material Dourado ou outros objetos para estudantes com deficiência visual sem o uso de um delimitador podem ocasionar a contagem de um objeto duas vezes e, até mesmo, a saída de alguns objetos do seu espaço tátil. A Figura 13 apresenta uma organização de contagem com o delimitador na qual é possível observar que o estudante está com alguns cubinhos na mão. Estes ainda não participaram da contagem, e dentro do limitador, na parte direita, os cubinhos estão organizados em fileiras, dispostos contra a parede do delimitador. Dessa forma é mais garantido que a contagem seja efetuada de forma correta, ou seja, com apenas um objeto contado.

Figura 13. Estratégias de contagem



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Facilita, algumas vezes, se o delimitador for de um tamanho menor para que a criança possa identificar as peças que estão sendo contadas ou a composição de valores, como é demonstrado na Figura 14, em que o valor 38 deveria ser composto por meio das barras e cubinhos.

Figura 14. Delimitador para contagem



Fonte: Acervo da pesquisadora.

O uso de TA construídas para o ensino de conceitos matemáticos, além de serem idealizadas para as pessoas com deficiência visual, no caso da Contátil, despertam a curiosidade dos estudantes. Isto é, muitas vezes, um impulso para a busca de conhecimento.

As atividades com a Contátil apresentaram pontos positivos. Um deles é o fato de as peças estarem agrupadas, de maneira que não é necessário o uso de um delimitador e é garantida a quantidade certa. O fato de os valores serem apresentados em modo tátil e em áudio trouxe um enriquecimento para a abstração dos valores. Em algumas das atividades foi retirado o áudio, para que apenas o tátil fosse verificado, potencializando as estratégias de contagem e, também, a representação tátil. Considerando as atividades desenvolvidas na pesquisa, retomam-se as premissas de D'Ambrosio (1993) na identificação dos valores que explicam o porquê de se ensinar a Matemática, assim, infere-se o seu valor utilitário no desenvolvimento da capacidade do estudante de manejar situações reais, que podem se constituir de maneira distinta.



Considerações finais

Este artigo apresentou um recorte de um estudo sobre o uso da Tecnologia Assistiva no ensino de conceitos matemáticos para estudantes com deficiência visual. Entendeu-se que, ao apresentar uma nova tecnologia, os estudantes tendem a interagir e participar com maior interesse, despertando sua curiosidade. Durante as interações com a TA, observou-se que os próprios estudantes criavam atividades e situações entre eles, propiciando aprendizado entre os pares.

Em todas as etapas da aquisição do conceito do número pelos participantes da pesquisa, TA e seus recursos estiveram presentes. Foram também empregados o uso de calculadoras e outros recursos de cálculos. Com essas atividades, foi possível evidenciar o reconhecimento e entendimento das unidades, dezenas e centenas com atividades que exploraram a Contátil e o Material Dourado. Os resultados sugerem que a Tecnologia Assistiva foi importante para a aquisição de conhecimentos matemáticos por parte dos estudantes que participaram da pesquisa, pois a restrição de visão exige que materiais e equipamentos sejam adaptados, salientando os sentidos remanescentes, como o tato e a audição.

Cabe salientar que um dos principais desafios da Educação Matemática é desenvolver formas de promover uma aprendizagem significativa aos estudantes. Assim, compreende-se que pensar nas tecnologias assistivas e recursos didáticos acessíveis para apoiar o ensino de conceitos matemáticos poderá fazer a diferença no processo de inclusão escolar e na construção da autonomia dos estudantes.

Referências

BATISTA, Cecília Guarnieri. Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v. 21, n. 1, p. 07-15, jan./abr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v21n1/a03v21n1>. Acesso em: 20 maio 2022.

BERSCH, Rita; TONIOLLI, José. *Introdução à tecnologia assistiva*. Porto Alegre: CEDI, 2008. Disponível em: <http://proeja.com/portal/images/semana-quimica/2011-10-19/tec-assistiva.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 maio 2019.

BRASIL. *Portaria Normativa nº 13, de 24 de abril de 2007*. Dispõe sobre a criação do "Programa de Implantação de Salas De Recursos Multifuncionais". Brasília: Ministério da Educação, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17430&Itemid=817. Acesso em: 31 mar. 2019.



- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. *Diretrizes operacionais da educação especial para o Atendimento Educacional Especializado na educação básica*. Brasília: Ministério da Educação, 2008. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=428-diretrizes-publicacao&Itemid=30192. Acesso em: 20 out. 2019.
- BRASIL. *Resolução nº 4, de 2 de outubro de 2009*. Institui diretrizes operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade Educação Especial. Brasília: Ministério da Educação, 2009. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_09.pdf. Acesso em: 15 abr. 2019.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. *Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: educação inclusiva*. Brasília: MEC: SEB, 2014. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/antoniomaucio/files/2017/11/10_Educ-Incl_pg001-096.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 08 mar. 2023.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1993.
- ERMEL. Institut National de Recherche Pédagogique. *Aprendissages numériques et résolution des problèmes: cours préparatoire*. Paris: Hatier, 1991.
- BOLITE FRANT, Janete. Tecnologia Assistiva para uma Educação Matemática Inclusiva. *Com a Palavra, o Professor*, Vitória da Conquista, BA, v. 7, n. 17, p. 202–215, jan./abr. 2022. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/ CPP/article/view/777>. Acesso em 15 jan. 2023.
- FRAZ, Joanne Neves. Tecnologia assistiva e educação matemática: experiências de inclusão no ensino e aprendizagem da matemática nas deficiências visual, intelectual e auditiva. *Revista de Educação Matemática*, São Paulo, v. 15, n. 20, p. 523-547, set./dez. 2018. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/30475/>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- GELMAN, Rochel; GALLISTEL, C.R. *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Sinopse estatística da educação básica 2022*. Brasília: Inep, 2022. Disponível em: <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>. Acesso em: 02 fev. 2023.
- KAMII, Constance. *A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos*. 18. ed. Campinas: Papirus, 1994.



KAMII, Constance. *A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação com escolares de 4 a 6 anos*. 39. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LEITE, Hellen Castro Almeida *et al.* Gráficos e tabelas na ponta dos dedos: matemática para deficientes visuais. In: ENCONTRO CAPIXABA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA, 1.; ENCONTRO CAPIXABA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2010, Vitória. *Anais [...]*. Vitória: Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Espírito Santo, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos da metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARQUES, Cleiton Moreira; SGANZERLA, Maria Adelina Raupp; GELLER, Marlise. Contátil: uma tecnologia assistiva ao ensino de fundamentos matemáticos. *Renote*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, jul. 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/86035>. Acesso em: 28 mar. 2023.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. 2 ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2013. (Coleção Educação em Ciência).

NUNES, Terezinha; BRYANT, Peter. *Crianças fazendo matemática*. Porto Alegre: Artmed, 1997.

OMS. Organização Mundial da Saúde. *Deficiência visual*. [S. l.]: OMS, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

OTHERO, Marília Bense; AYRES, José Ricardo de Carvalho Mesquita. Necessidades de saúde da pessoa com deficiência: a perspectiva dos sujeitos por meio de histórias de vida. *Interface: Comunicação, Saúde, Educação*, v. 16, n. 40, p. 219-233, jan./mar. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/icse/v16n40/aop1212.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.

PIAGET, Jean. *A epistemologia genética*. Petrópolis: Vozes, 1971.

PIAGET, Jean; INHELDER, Barbel. *O desenvolvimento das quantidades físicas na criança*. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

SALVINO, Ligiane Gomes Marinho. *Tecnologia Assistiva no ensino de Matemática para um aluno cego do Ensino Fundamental: desafios e possibilidades*. 2017. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/2906>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SGANZERLA, Maria Adelina Raupp. *Contátil: Potencialidades de uma Tecnologia Assistiva para o ensino de conceitos básicos de Matemática*. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2014. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/202/197>. Acesso em: 15 fev. 2023.



SGANZERLA, Maria Adelina Raupp; GELLER, Marlise. Conhecendo o número um estudo sobre o uso de Tecnologia Assistiva e materiais adaptados por estudantes cegos e/ou baixa visão. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 63, e276303, 2021. Disponível em: <http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/832>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SGANZERLA, Maria Adelina Raupp; GELLER, Marlise. Professores do AEE na perspectiva do ensino de matemática a alunos deficientes visuais. *Educação Matemática em Revista*, Brasília, v. 24, n. 65, p. 190-210, set./dez. 2019. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/revista/index.php/emr/article/view/1946/pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SGANZERLA, Maria Adelina Raupp. *Deficiência Visual e a Educação Matemática: estudo sobre a implementação de Tecnologia Assistiva*. 2020. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, 2020. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/356>. Acesso em: 10 set. 2021.

SILVA, Sandra Albano da; ARAUJO, João André Amorim de. Maria Montessori e a criação do Material Dourado como instrumento metodológico para o ensino de matemática nos anos iniciais da escolarização. In: SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE NOVA ANDRADINA, 3., 2011, Nova Andradina. *Anais [...]*. Nova Andradina: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2011. Disponível em: http://www.uems.br/eventos/semana/arquivos/31_2011-09-05_14-28-02.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

SILVA, Maria Inês Vasconcelos da; FLORES, Andrezza Santos. Um olhar reflexivo para o uso e aplicabilidade da tecnologia assistiva na educação matemática. *TICs & EaD em Foco*, São Luís, v. 6, n. 2, p. 77-90, jul./dez. 2020. Disponível em: <http://45.71.6.16/index.php/ticseadfoco/article/view/501>. Acesso em: 10 maio 2022.

SKOVSMOSE, Ole. *Um convite à educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2014.

WELLINGTON. Avaliação de Matemática 5º ano. In: WELLINGTON. *Professor Wellington Gestar 2*. São Bento do Norte, 30 abr. 2010. Disponível em: http://professorwellingtonmatematicagestar2.blogspot.com/2010_04_01_archive.html. Acesso em: 10 maio 2022.

Recebido em: 31.3.2023

Revisado em: 21.4.2023

Aprovado em: 23.5.2023