

O pensamento matemático mediante gestos e toques em tela no aplicativo Multibase em tablets

Mathematical thinking through gestures and screen taps in the Multibase application on tablets

Rony Freitas*

 ORCID iD 0000-0002-9044-3109

Marcelo Almeida Bairral**

 ORCID iD 0000-0002-5432-9261

Resumo

A introdução de tablets no ambiente escolar pode proporcionar novas formas de fazer matemática, pois eles permitem aos estudantes possibilidades de lidar com algo que pode ser considerado como uma expansão de seus corpos. Essa relação é tratada neste artigo no âmbito da cognição corporificada, que tem por pressuposto o fato de que o cérebro e o restante do corpo são conjuntamente responsáveis pelas operações fisiológicas denominadas como mente. Nessa perspectiva, esta pesquisa teve por objetivo analisar contribuições de movimentos epistêmicos para o desenvolvimento do pensamento aritmético por uma estudante do 2º ano do ensino fundamental, ao desenvolver atividades matemáticas inseridas no campo conceitual aditivo com o uso do aplicativo Multibase. A pesquisa é interpretativa e as análises são ancoradas na identificação, ilustração e finalidade dos gestos e toques em tela, considerando as formas características que podem ajudar a agir epistemicamente. Para a produção dos dados, foram utilizados registros filmados, gravações de tela do Multibase e registros realizados pelos próprios estudantes. Como resultado, foram mapeados e ilustrados tipos de toques em tela e identificadas algumas ações epistêmicas durante as interações com o Multibase que, de forma consciente (ou não), levaram a estudante a organizar o seu pensamento e a construir estratégias de raciocínio cada vez mais compreensíveis, com mais autonomia e reflexão.

Palavras-chave: Sistema Decimal de Numeração. (Des)agrupamentos. Cognição Corporificada. Movimentos Epistêmicos. Dispositivos Digitais Móveis.

Abstract

The integration of tablets in the school environment can provide new ways of doing mathematics, as they allow students to deal with something that can be considered an expansion of their bodies. This relationship is treated in this article within the scope of embodied cognition, which presupposes the brain and the rest of the body as jointly responsible for the physiological operations called mind. This research aimed to analyze contributions of epistemic movements to the development of arithmetic thinking by a 2nd year elementary school student, when developing mathematical tasks inserted in the additive realm using the Multibase application. The analysis is anchored in the identification, illustration and purpose of gestures and taps on the touchscreen, considering the characteristic forms that can help to act epistemically. For data production, we used filmed records, screen recordings from Multibase, and records made by the students. As a result, types of touches on the screen were mapped and illustrated, and

* Doutor em Educação pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professor Titular no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Vitória, ES, Brasil. E-mail: ronyfreitas@ifes.edu.br.

** Doutor em Didáticas das Ciências Experimentais e da Matemática pela Universidade de Barcelona (UB). Professor Titular na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: mbairral@ufrj.br.

some epistemic actions were identified during interactions with Multibase that, consciously (or not), led the student to organize their thinking and build increasingly understandable reasoning strategies, with more autonomy and reflection.

Keywords: Decimal Numbering System. Grouping and Ungrouping. Embodied Cognition. Epistemic Movements. Mobile Digital Devices.

1 Introdução

Esta investigação está inserida no âmbito do projeto de pesquisa intitulado *Imagens, movimentos e dedos das mãos: investigando experiências aritméticas com o aplicativo Multibase em tablets*¹. O recorte aqui apresentado é fruto de pesquisa de pós-doutoramento² realizada com uma estudante do 2º ano do ensino fundamental, em uma escola localizada em bairro periférico de um município da região metropolitana do estado do Espírito Santo. Por meio de registros de filmagens e de gravações em tela do tablet, são descortinadas ações gestuais e toques em tela que ajudam a compreender estratégias e modos de pensar da estudante.

Desde o início dos anos 2000, temos nos envolvido em dois movimentos complementares no que diz respeito à relação entre tecnologias digitais e educação matemática: o desenvolvimento de um aplicativo denominado Multibase e investigações sobre sua utilização em processos de ensino e de aprendizagem (FRANZOSI, 2018; FREITAS, 2004, 2016a, 2016b). O Multibase³, inicialmente desenvolvido para ser utilizado em computadores de mesa e posteriormente adaptado para uso em Dispositivos Móveis tipo Tablets – DMT, é baseado no material dourado desenvolvido pela educadora italiana Maria Montessori no início do século XX. O aplicativo, ao possibilitar (des)agrupamentos de peças virtuais nas bases 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 e 16, propicia o desenvolvimento de atividades/ações que podem facilitar a aprendizagem de conceitos de números, bases numéricas e operações aritméticas.

Consideramos que a transição do Multibase de computadores de mesa para DMT foi primordial, tanto para disseminar seu uso quanto para possibilitar interações entre usuários e dispositivos que levam a novas formas de fazer matemática, pois os usuários passam a lidar com algo que pode ser considerado como uma expansão de seus corpos, levando-os a constituir atividades que não seriam feitas sem tais dispositivos (BAIRRAL, 2021). Isso porque há uma relação direta entre usuários e os elementos digitais que permitem toques e movimentações sem

¹ Cadastrado no Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo sob o número 47236521.3.0000.5072.

² Com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

³ Disponível em https://play.google.com/store/apps/details?id=com.multibase&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em 11 nov. 2021.

a intermediação de um mouse (BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015). Essa possibilidade pode proporcionar novas formas de interagir com objetos virtuais e fazer com que o uso de todos os dedos das mãos simule de forma mais real a manipulação de objetos concretos. Ademais, permite que o corpo participe das elaborações de forma mais ativa, possibilitando novas ações cognitivas.

Essa importante relação de simbiose entre corpo e dispositivo no processo de desenvolvimento do conhecimento matemático tem-nos levado a trilhar por teorias relacionadas à neurociência, mais especificamente o que se denomina cognição corporificada. Tal área de pesquisa tem como pressuposto o fato de que o cérebro e o restante do corpo constituem um organismo indissociável e esse conjunto é responsável pelas operações fisiológicas que denominamos como mente (DAMÁSIO, 1996).

Nessa perspectiva da cognição corporificada, dirigimos, neste texto, um olhar especial para gestos e toques em tela do DMT, considerando que são dois tipos de movimentos que constituem diferentes campos de manifestação da linguagem e cognição (BAIRRAL, 2021). Para melhor compreender a diversidade de possibilidades do uso do corpo em atos comunicativos ou na manipulação de DMT, apresentamos algumas classificações de gestos e toques em tela, mas intencionamos ir além disso, pois nossos olhares estão focados em momentos de produção matemática pelos estudantes, especialmente em processos de elaboração do pensamento aritmético, ao serem inseridos em contextos de resolução de problemas.

Por isso, baseando-nos em estudos de Dreyfus *et al.* (2014) e Krause (2016), adotamos, para gestos e toques em tela, a denominação movimentos epistêmicos, que é mais coerente com a forma como temos buscado interpretar a relação entre ações do corpo e a elaboração do pensamento. Com base nesses autores, entendemos movimentos epistêmicos como aqueles que conseguem ajudar a desenvolver e revelar pensamentos, constituindo uma forma de manifestá-los e materializá-los em atos de interação com o mundo. Em consonância com essa premissa, tivemos por objetivo desta pesquisa analisar contribuições de movimentos epistêmicos para o desenvolvimento do pensamento aritmético por uma estudante do 2º ano do ensino fundamental, ao desenvolver atividades matemáticas inseridas no campo conceitual aditivo com o uso do Multibase. Utilizamos o modelo proposto por Krause (2016) para identificar tais movimentos, que são especificamente aqueles que levam a ações consideradas epistêmicas e se relacionam a processos utilizados pela estudante na produção de conhecimentos matemáticos.

2 Corpo-cérebro e reflexões sobre movimentos corporais

Para Damásio (1996, p. 18), “os nossos mais refinados pensamentos e as nossas melhores ações, as nossas maiores alegrias e as nossas mais profundas mágoas usam o corpo como instrumento de aferição”. Tal concepção estaria ancorada no fato de que o cérebro humano e o resto do corpo constituem um organismo indissociável, o que denominamos mente, interagindo com o ambiente como um conjunto. Essa forma de compreender a mente, em especial a importância do corpo no processo de elaboração do pensamento, está em consonância com o que é denominado cognição corporificada. Essa área de conhecimento considera que o cérebro não é a única fonte de abstrações e o corpo não é receptor passivo do que lhe é enviado pelo cérebro. Nesse sentido, a cognição corporificada não estaria simplesmente relacionada a experiências corporais conscientes dos indivíduos sendo ou agindo no mundo, nem à percepção consciente de sua influência (NÚÑEZ; EDWARDS; MATOS, 1999).

Nessa perspectiva da cognição corporificada, ressaltamos os movimentos corporais que fazem parte de nosso cotidiano, sendo utilizados para a comunicação direta ou para a complementação/significação da fala, de forma consciente ou não. Muitas vezes, nosso corpo interage com nossa fala e, juntos, corpo e fala ajudam a quem nos vê e ouve a significar melhor a informação, mas sabemos que também há casos em que os movimentos corporais *falam* por si mesmos sem necessidade de nenhuma expressão oral.

Nesta seção, aprofundaremos um pouco mais as discussões sobre gestos, apresentando sua utilização em processos comunicativos, acompanhando, ou não, a fala. Também discutimos acerca da utilização das mãos ao manipularem dispositivos móveis tipo tablets, trazendo referenciais teóricos sobre estratégias e produções de significados, quando estudantes realizam toques em tela, especialmente para desenvolver atividades matemáticas. Fecharemos a seção trazendo reflexões sobre o que estamos considerando, nesta pesquisa, como movimentos epistêmicos, elementos centrais para caracterizar gestos e toques em tela que evidenciam processos cognitivos (e com eles colaboram) dos estudantes e centrais para as análises aqui feitas.

2.1 O gesto como comunicação não verbal

Neste tópico, focaremos gestos que colaboram no processo de comunicação, sejam aqueles que por si sós comunicam algo, sejam aqueles que ajudam a fala a tornar-se mais compreensiva. Goldin-Meadow (2005) apresenta cinco classificações para os gestos, algumas

relacionadas àqueles que complementam a fala e outras aos que transmitem alguma informação, mesmo que não haja comunicação verbal ocorrendo de forma concomitante: ilustradores, adaptadores, emblemas, exibições de afeto e reguladores. Falando especificamente em gestos que acompanham a fala, McNeill (1992) identifica quatro categorias: gestos icônicos, gestos metafóricos, gestos dêiticos e gestos de batidas. No Quadro 1, apresentam-se características de cada uma dessas classificações.

Tipo de gesto	Ícone	Descrição
Ilustradores		Utilizados para complementar a comunicação verbal, por exemplo, tanto para enfatizar o tamanho de certo objeto ao qual estamos nos referindo quanto para indicar o interesse ou entusiasmo por um tópico em discussão.
Adaptadores		Ocorrem de forma inconsciente ou com baixa consciência, quando a pessoa já se adaptou a uma situação, sendo, na maioria das vezes, percebidos com maior clareza por quem observa o comportamento, podendo dar indícios sobre o estado emocional de quem é observado.
Emblemas		São sinais não verbais que podem facilmente ser traduzidos em palavras, como o gesto de <i>legal</i> utilizando o polegar levantado, sendo dependentes do contexto social em que os indivíduos estão inseridos.
Exibições de afeto		São movimentos corporais que trazem um significado emocional, isto é, a forma como andamos ou nossos movimentos faciais. Tais formas de comunicação, de modo geral, são espontâneas e transmitem uma mensagem sobre nossos sentimentos.
Reguladores		Mensagens utilizadas para regular o que o locutor está dizendo. Tais mensagens podem indicar um incentivo à continuidade de uma fala, como um acenar de cabeça, ou um gesto para a interrupção de uma conversa, como uma palma de mão mostrada, por exemplo.
Icônicos		Representam movimentos do corpo, movimento de objetos ou pessoas no espaço e formas de objetos ou pessoas. São gestos cujo significado é totalmente dependente da fala, ou seja, se realizados de forma isolada, podem gerar dúvidas sobre a mensagem a ser transmitida.
Metafóricos		São abstratos, pois representam de certa forma uma construção mental feita pelo sujeito que os produz. Ao elaborar tal gesto, uma pessoa pode indicar, por exemplo, se um sujeito conceitua um problema matemático como uma mudança contínua ou discreta.
Dêiticos		São usados para indicar objetos, pessoas e locais no mundo real, mas não necessariamente que esses elementos estejam ali concretamente, podendo simplesmente ser um ato abstrato de indicação.
De batida		As mãos se movimentam com a pulsação rítmica da fala, como se marcassem um tempo musical, assumindo a forma, independentemente do conteúdo; logo, não carregam informações sobre o que está sendo abordado.

Quadro 1 – Mapeamento de tipos de gestos

Fonte: elaborado pelos pesquisadores

Krause (2016) ressalta que um único gesto pode mostrar aspectos de diferentes características, sendo muito raro ser claramente atribuído a uma única classe de gestos. A autora exemplifica dizendo que um gesto icônico também pode ter um caráter dêitico, ao localizar o objeto representado em relação a outros. A decisão sobre um ou outro poderia ser feita considerando a enunciação verbal e o contexto no qual o gesto foi realizado.

2.2 Toques em tela

Assim como Bairral, Assis e Silva (2015), compreendemos as especificidades e diferenciações que os movimentos para toque em tela de dispositivos touchscreen têm em relação aos gestos, assim como com o fato de que “os toques em tela em interfaces móveis não

são cognitivamente iguais aos cliques do mouse” (BAIRRAL, 2020, p. 6, tradução nossa). Bairral (2020) considera esses dispositivos como extensões de nossos corpos, implicando novas configurações cognitivas e espacialidades com os movimentos, o que levaria a novas configurações do cérebro, apresentando alguns princípios que substanciam essa ideia:

i) as manipulações na tela representam uma nova forma de manifestação da linguagem e passaram a integrar nossa cognição corporificada; ii) reconhecer que uma nova forma de comunicação e interação implica assumir o nosso corpo como motor e propulsor do nosso pensamento, em constante simbiose e reconfiguração com o meio; iii) uma vez que as ações humanas, assim como os conceitos matemáticos, são multimodais em seu desenvolvimento e compreensão, precisamos considerar a junção de gesto + fala + construção na tela + arrastar + tela sensível ao toque + registro pictórico + movimento-com-o-dispositivo etc. como uma forma de pensar; e iv) as formas mutáveis nas quais o corpo e dispositivos móveis com touchscreen interagem devem transformar os processos de ensino, aprendizagem e pesquisa. (BAIRRAL, 2020, p. 2, tradução nossa)

Embora as particularidades dos toques em tela sejam evidentes, assumimos que eles constituem uma forma de tornar o pensamento visível, sendo, assim, um ato comunicativo, e “a manipulação nas telas de tablets pode possibilitar a elaboração de gestos que, passando a compor mais uma forma de comunicação nas aulas, favorecem a construção do conhecimento matemático” (BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015, p. 28).

Nessa perspectiva, há inicialmente seis ações básicas que o usuário pode fazer com a maioria das telas sensíveis ao toque, todas elas com o dispositivo reconhecendo e traçando a localização da entrada da ação do usuário: tapa, duplo tapa, manter pressionado (tapa longo), arrastar, mudar tela e os toques múltiplos (PARK; LEE; KIM, 2011; BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015). Uma sétima ação já pode ser feita em alguns equipamentos, a pressão, que expande o caráter bidimensional desse contato, configurando-se como uma espécie de movimento para dentro da tela (PARK; LEE; KIM, 2011).

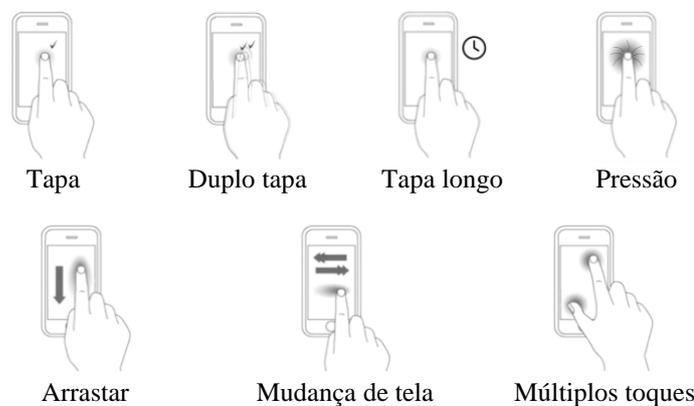


Figura 1 – Sete tipos básicos de entrada por ação do dedo em uma interface de usuário com tela de toque
Fonte: adaptado de Park, Lee e Kim (2011, p. 841); Assis; Silva (2015, p. 32)

Embora tragamos, neste texto, classificações para gestos e toques em tela e utilizemos

a iconografia aqui apresentada para identificar momentos em que a estudante os realiza, intencionamos ir além de simples classificações. Procuramos destacar propriedades intrínsecas de gestos e toques realizados em tela (BAVELAS, 1994), para, em seguida, focarmos a intencionalidade pedagógica de tais ações (GOLDIN-MEADOW, 2005), relacionando-as a movimentos epistêmicos.

2.3 Movimentos epistêmicos

Utilizamos estudos desenvolvidos por Dreyfus *et al.* (2014) como referência principal para definirmos movimentos epistêmicos, porém é importante salientar que avançamos nas discussões, uma vez que esses pesquisadores focam exclusivamente gestos, enquanto nossas pesquisas ampliam esse escopo incluindo os toques em tela. Nessa perspectiva, definimos movimentos epistêmicos como aqueles que podem, mas não precisam necessariamente, servir a uma função comunicativa. Tais movimentos, muitas vezes acompanhados de expressões verbais, teriam papel de reorganizar o conhecimento dos estudantes, tendo por função ilustrar ou esclarecer para o próprio executor os objetos matemáticos e suas propriedades, em vez de simplesmente comunicar alguma informação, que, apesar disso, também pode ocorrer de forma simultânea. Isso fortalece o argumento de que esses movimentos desempenham um papel na produção de conhecimento.

Tversky (2019) aponta que esses movimentos podem indicar muito sobre a forma como pensamos, revelando-nos muito mais do que a própria fala. Mais do que isso, a pesquisadora diz que eles nos ajudam a pensar, formando uma representação espacial de problemas a serem resolvidos, e observar as mãos das pessoas enquanto realizam tarefas é como observar seus pensamentos. Por outro lado, afirma que o simples fato de realizar gestos ou toques em tela não garante que se chegue à interpretação correta de uma situação posta, não necessariamente melhorando o desempenho do executor; simplesmente é parte integrante do pensamento, para representar o pensamento.

Quando falamos de movimentos epistêmicos em contextos semelhantes àquele em que esta pesquisa está inserida, é importante ressaltar que a aprendizagem da noção de quantidade e de processos de contagem em DMT tem sido objeto de estudo em Sinclair, Heyd-Metzuyanin (2014). As autoras sinalizam que tais dispositivos oferecem ao professor e à criança um novo conjunto de tarefas que não seriam possíveis em outros ambientes, dada a sintonia corporal da interação e da dinâmica dos DMT. Segundo as estudiosas, os dedos são os *fabricantes* dos números, e as interações realizadas com os objetos virtuais manipulados são catalizadoras para

uma fusão de emoção e pensamento matemático. No Multibase, destacamos algumas particularidades nas estratégias de pensamento, entre as quais se destacam: contagem em agrupamento em quantidades pequenas não apresenta dificuldades aos sujeitos; contagem com quantidades maiores (geralmente maiores que 5) necessita da organização (ordenação) dos cubos, de modo que os alunos não se percam no processo de contagem; as ações de (des)agrupar, favorecidas pela interface imagética e do movimento em tela do dispositivo, ocorrem naturalmente e sem maiores dificuldades; o raciocínio com o uso simultâneo e espontâneo de agrupamentos e desagrupamentos enriquece o aprendizado sobre as noções de base, quantidade e de operação.

De acordo com Bikner-Ahsbabs (2006), os significados matemáticos emergem por meio de interpretações de ações. Para a pesquisadora, significados matemáticos são considerados pedaços de conhecimento que não são sempre algo verdadeiro, apenas viáveis para certo momento e contexto. Isso leva a entender conhecimento como de existência local e situada, podendo mudar com o tempo e até mesmo, às vezes, ser falso. Krause (2016) considera essa produção de significados como processos epistêmicos, que ocorrem por meio de interações sociais. Nesta pesquisa, estamos considerando que tais interações também podem ocorrer na relação sujeito/recurso digital por meio de toques em tela e/ou na produção de gestos que antecedem ou complementam esses toques.

Com isso, baseando-se em estudos de Bikner-Ahsbabs (2006), Krause (2016) indica um modelo para ajudar a identificar condições que facilitam ou dificultam os processos epistêmicos. Tal modelo é baseado na observação de ações consideradas epistêmicas, a fim de analisar processos utilizados por estudantes na produção de conhecimentos matemáticos quando realizam as interações propostas. Consideramos que olhar para essas ações epistêmicas vai nos ajudar a destacar que gestos ou toques em tela realizados pelos estudantes são movimentos epistêmicos, o que é de interesse em nossa pesquisa. Para isso, fazemos aqui uma adaptação do modelo proposto por Krause (2016), para definir cinco ações epistêmicas a serem observadas: *coletar* (quando o estudante consegue coletar e organizar entidades matemáticas que podem ser úteis para atender a uma necessidade); *conectar* (quando consegue identificar relações entre entidades matemáticas ou suas representações e estabelecer vínculos entre elas); *reconhecer estruturas* (quando reconhece generalidades e padrões, construindo novas entidades matemáticas ou mesmo reconstruindo-as em novos contextos); *reconectar* (quando revê as conexões já feitas, desfazendo-as, aperfeiçoando ou avançando em suas elaborações); *elaborar* (quando consegue criar novas situações e, conseqüentemente, novos conhecimentos não previstos para a tarefa orientada).

Cabe salientar que tais ações podem ser observadas mesmo que o conhecimento matemático esteja provisoriamente incorreto, ou seja, mesmo que haja algum erro conceitual por parte do estudante, ainda assim há uma ação epistêmica envolvida, que pode ser antecedida ou acompanhada por um gesto ou toque em tela.

3 Metodologia de pesquisa

Quando tratamos de análise de gestos e toques em tela, é fundamental encontrar elementos para o entendimento de seu significado, por isso a importância de atentarmos para a sua forma, o contexto no qual estão inseridos, bem como a intencionalidade pedagógica (GOLDIN-MEADOW, 2005). Mesmo assim, ainda há certa subjetividade no processo, que pode ser minimizada recorrendo-se à maior diversidade possível de instrumentos de produção de dados, levando-se em conta que nunca se tratará de simples observação de uma ação física, e sim de uma inferência sobre seu significado ou função (BAVELAS, 1994). Além disso, deve levar-se em conta o fato de que não podemos verificar, de forma direta, se os gestos ou toques em tela comunicam algo, apenas utilizar modelos específicos de como eles se comunicam, uma vez que a comunicação implica necessariamente em uma compreensão da informação, mesmo que pessoal, por outro indivíduo.

Apesar de sabermos da existência de classificações taxonômicas dos gestos e toques em tela, concordamos com Bavelas (1994) quando diz que precisamos nos afastar de tais abordagens, com seu aparente objetivo de classificá-los, e focar o que eles fazem e dizem. Para a autora, a simples descrição taxonômica pode ser retrógrada, sugerindo “que procuremos as propriedades intrínsecas de um gesto, e não o que esse gesto está fazendo em seu momento particular da conversa” (BAVELAS, 1994, p. 202, tradução nossa). Acrescenta que o objetivo da análise não deve ser decidir em que categoria devemos colocar gestos e toques, mas descobrir pelo menos algumas das coisas que um deles está fazendo no momento particular em que foi utilizado. A pesquisadora trata-os com base no significado, e não no movimento físico, denominando-os como *símbolos manuais* nomenclatura baseada em McNeill (1985), que defende que gestos (ou toques em tela) e fala são partes da mesma estrutura psicológica.

Essa forma de enxergar gestos e toques em tela leva à opção por uma metodologia de pesquisa que considere, em especial, o que estamos denominando função desses movimentos. Nesse caso, a opção por uma abordagem interpretativa parece-nos bastante adequada, uma vez que ela “assume que as pessoas desenvolvem seu mundo social por meio de suas ações interpretativas mútuas” (JUNGWIRTH, 2003, p. 189-190, tradução nossa).

Quando tratamos de pesquisas no campo da educação matemática, segundo Jungwirth (2003), precisamos voltar-nos para os processos de aprendizagem em si, ou seja, com interações em sala de aula relacionadas à disciplina, estruturas de participação e desenvolvimento coletivo de tópicos e interesses. A pesquisadora afirma que interpretar significa conectar-se com o significado, e a definição do conteúdo do significado ocorre por meio da aplicação de interpretações geradas ou desenvolvidas anteriormente. Continua dizendo que interpretar pode significar olhar para o *curso externo* das expressões de vida e compreendê-lo por meio de esquemas interpretativos adequados. Acrescenta a importância da linguagem, que, para ela, desempenha um papel essencial por ser um sistema de significados socialmente objetificado que foi separado da subjetividade humana, salientando, mais uma vez, que estamos considerando gestos e toques em tela como um *ato linguístico*. Nesse sentido, é importante que a interpretação se restrinja ao que é pragmaticamente necessário, não sendo preciso apresentar regras próprias, porque o critério de validade das representações independe do julgamento intuitivo que os intérpretes atribuem aos sujeitos atuantes.

A pesquisa interpretativa sempre apresentará como resultados hipóteses de interpretação que não devem ser consideradas a partir de eventos singulares, e sim de uma sequência de ações que produzam dados a partir de fontes diversificadas e, preferencialmente, de seções mais longas e com diversidade de significados (JUNGWIRTH, 2003). O ponto de partida são essas produções, sejam textuais, gravadas, sejam esses dados produzidos em outro tipo de mídia. A partir daí, parte-se para a seleção dos materiais para o início da análise, não existindo regra fixa para tal seleção, embora possa haver dois critérios para tal fim: a crítica do trecho, ou seja, o fato de que da perspectiva dos atores não aconteceu algo usual, ou a compreensibilidade espontânea para o intérprete, isto é, que há uma interpretação plausível à primeira vista (JUNGWIRTH, 2003).

Daí em diante, resta-nos encontrar parâmetros para analisar gestos e toques em tela, sempre, ressalte-se, mediante seu significado ou função. As funções identificadas não devem descrever fenômenos únicos que ocorreram uma vez; para além disso, devem descrever a contribuição dos gestos para o processo epistêmico (KRAUSE, 2016). A autora também aponta que, para interpretar gestos (ou toques em tela), uma questão importante a ser considerada é a determinação dos casos relevantes para análise. Segundo ela, essa relevância depende muito da questão de pesquisa a que se responderá pela análise dos casos. Destaca que as funções representacionais dos movimentos estão relacionadas à formação dos objetos matemáticos imediatos. A busca por esses casos relevantes é pautada na busca de compreender como eles podem contribuir para o estabelecimento de uma ação epistêmica concreta.

3.1 Descrição do contexto de pesquisa e da abordagem pedagógica

A situação aqui apresentada ocorreu durante a pandemia da covid-19, o que nos levou a algumas decisões sobre a forma da aplicação das atividades e produção de dados. Uma dessas decisões foi convencer os estudantes a realizar as tarefas de forma individual, cientes das perdas que poderiam acontecer pela falta de interações com outros colegas. Isso, de certa forma, limita o campo de observação dos movimentos, uma vez que não há presença das falas durante o desenvolvimento das atividades pelos estudantes.

Para as observações, foi aplicada uma atividade com dois estudantes do 2º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal, localizada em um bairro periférico do município da Serra, Espírito Santo. Para a produção dos dados, foram utilizados registros filmados, gravações de tela do Multibase utilizando o aplicativo *Screen Recorder*, atividades e registros realizados pelos próprios estudantes.

Embora as atividades tenham sido desenvolvidas por dois estudantes, nesse texto nos concentramos nas ações de apenas um deles, porque o segundo teve dificuldades para concluí-las devido a uma pequena falha ocorrida no tablet que estava utilizando. A estudante cujas ações foram observadas chama-se Cássia (nome fictício), oito anos completos, que, segundo relato de sua professora, é uma menina caprichosa, dedicada e muito participativa. Assim como a maioria de seus colegas, Cássia teve dificuldade de acompanhar aulas síncronas, assistir a vídeos e realizar atividades on-line no período da pandemia, por falta de acesso a tecnologias digitais, tendo feito o acompanhamento somente por meio das atividades pedagógicas não presenciais (APNPS) impressas. Entretanto, não apresentou dificuldade em manipular o tablet, demonstrando desenvoltura e habilidade. A estudante apresentava um excelente desenvolvimento em seu processo de alfabetização e em matemática, conseguindo realizar leitura de pequenos textos, compreendendo globalmente o que foi lido, e resolver problemas matemáticos adequados à sua idade escolar.

A atividade foi elaborada com a intenção de apresentar aos estudantes conceitos com os quais eles ainda não estavam familiarizados, mais especificamente adição com agrupamento e subtração com desagrupamento (Figura 2). É importante destacar que os estudantes tiveram seu processo de aprendizagem prejudicado em 2020 e parte de 2021 devido à pandemia, à necessidade de realização de atividades não presenciais e à fragilidade no acesso a tecnologias. A orientação dada pela Secretaria de Educação do Município de Serra (ES) foi que os trabalhos pedagógicos fossem concentrados na recuperação dos conteúdos não aprendidos no ano anterior. Isso quer dizer que, embora os estudantes estivessem cursando formalmente o 2º ano

do ensino fundamental, as abordagens estão mais próximas do que normalmente é estudado no 1º ano.

UM DIA NA FEIRA

Fonte: <https://pt.dreamstime.com/imagens-comprando-legumes-frutas-no-mercado-ambiente-personagem-de-desenho-acomodo-compradores-caminham-ver9C39A3o-ns-9976-social-image21243381>. Acesso em 17/11/2021.

TODO SÁBADO GUTO VAI À FEIRA COM A MÃE DELE. ELE GOSTA MUITO DE IR À BANCA DA MARIA COMPRAR AS FRUTAS QUE ELE ADORA.

NA ÚLTIMA VEZ QUE FOI, SUA MÃE COMPROU MAÇÃ, BANANA, ABACAXI, LARANJA E LIMÃO. VEJA AS QUANTIDADES QUE ELA COMPROU.

FRUTA	PEÇAS	QUANTIDADE
MAÇÃ		
BANANA		
ABACAXI		
LARANJA		
LIMÃO		

DURANTE UMA SEMANA, A FAMÍLIA DO GUTO CONSUMIU AS SEGUINTE QUANTIDADES DE FRUTAS:

FRUTA	QUANTIDADE
MAÇÃ	8
BANANA	15
ABACAXI	5
LARANJA	12
LIMÃO	13

QUANTAS FRUTAS AINDA RESTAM NA CASA DO GUTO?

FRUTA	QUANTIDADE
MAÇÃ	
BANANA	
ABACAXI	
LARANJA	
LIMÃO	

Figura 1 – Atividade para ser feita com o auxílio do Multibase
 Fonte: acervo dos pesquisadores

Foi entregue a cada aluno um tablet com o Multibase instalado. A Figura 3 apresenta, com mais detalhamento, a tela do aplicativo com suas funcionalidades.



Figura 2 – Tela do Multibase com suas funcionalidades na versão atual
 Fonte: acervo dos pesquisadores

As observações e as análises aqui feitas poderão ser acompanhadas pelos vídeos que acompanham este texto, disponibilizados para acesso por meio de QR Code. As gravações foram feitas em três perspectivas: a do corpo, a das mãos e a da tela do Multibase (Figura 4).

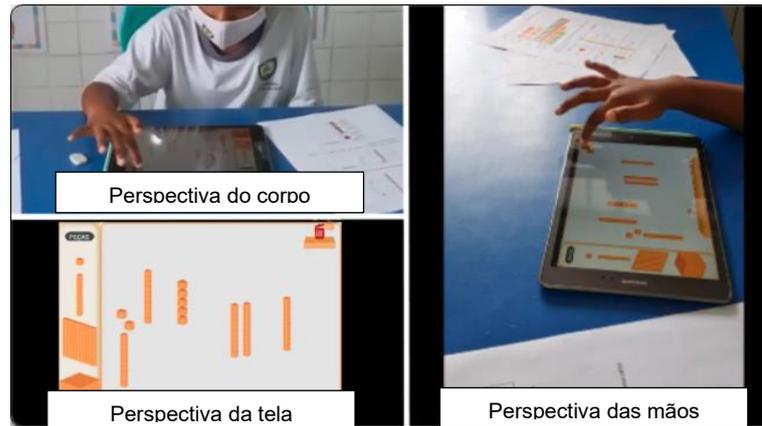


Figura 3 – Perspectivas da captura de movimentos
Fonte: acervo dos pesquisadores

A atividade foi desenvolvida em um tempo total de 12 minutos e 32 segundos e, para nossas análises, destacamos quatro trechos com tempos de 19 segundos, 1 minuto e 30 segundos, 1 minuto e 5 segundos, e 2 minutos e 50 segundos.

4 Produção de dados

Para a organização dos dados produzidos, tomamos como referência o que é proposto por Zanarelli (2006), ancorando as análises das ações gestuais nas seguintes dimensões: 1) identificação e ilustração dos gestos e toques em tela; 2) finalidade dos gestos e toques em tela, considerando as maneiras características pelas quais eles podem representar entidades matemáticas e as formas características pelas quais podem ajudar a agir epistemicamente (KRAUSE, 2016). A primeira autora ainda indica, como elemento importante no processo de análise, que seja verificada a regularidade dos gestos e toques em tela. No entanto, para analisar tal regularidade, seriam necessárias várias sessões de atividades diversificadas, o que não nos foi possível. Sendo assim, o foco ficará apenas nos dois primeiros propósitos e para os quais apresentamos os resultados.

4.1 Sobre a identificação e ilustração dos gestos e toques em tela

Em relação às especificidades da matemática, Assis (2020) e Bairral (2020) enumeram uma série de manipulações que podem nos permitir capturar, mapear e analisar detalhadamente alguns toques na tela e algumas ações matemáticas envolvidas em movimentos de rotação e em tarefas matemáticas específicas. Embora as pesquisas realizadas por esses autores sejam voltadas a atividades relacionadas à geometria, adaptamos algumas e percebemos outras que

são voltadas a atividades envolvendo o Multibase. Partimos de pesquisas realizadas anteriormente (FRANZOSI, 2018; FREITAS, 2004, 2016a, 2016b) e de observações feitas durante a pesquisa aqui apresentada, para mapear toques em tela que a estudante realizou no desenvolvimento da tarefa proposta (Quadro 2).

Manipulação		Ícone	Dimensão
Sem toque na tela			Pausa, análise, reflexão, observação, negociação
Toque	Simples		Seleção de algum elemento na construção, toque sobre a área de trabalho ou escolha de alguma função do aplicativo
	Simples e fixo		Seleção de algum elemento com momento para análise
Arraste	Para cima		Seleção de algum elemento e arraste para cima
	Para baixo		Seleção de algum elemento e arraste para baixo
	Para direita		Seleção de algum elemento e arraste para a direita
	Para esquerda		Seleção de algum elemento e arraste para a esquerda
	Ampliação		Zoom out para melhor visualização das peças
	Redução		Zoom in para visualização da área de manipulação
Contorno de objetos	Giro para esquerda		Tentativa de agrupamento de peças com giro no sentido anti-horário
	Giro para direita		Tentativa de agrupamento de peças com giro no sentido horário

Quadro 2 – Mapeamento de toques em tela realizados no Multibase
 Fonte: elaborado pelos pesquisadores com base em Assis (2016)

Nem todos os movimentos apresentados no quadro foram observados nas ações aqui apresentadas, sendo mais frequentes os movimentos de giro, toque simples e de arraste, além de momentos sem toque na tela. Ao contrário da análise de Assis (2020), os nossos movimentos giratórios estiveram relacionados às tentativas de agrupamentos das peças.

4.2 Sobre a finalidade dos gestos e toques em tela

Nesta seção, são analisados os movimentos realizados buscando as maneiras características pelas quais eles podem representar entidades matemáticas e as formas características em que podem ajudar a agir epistemicamente, conforme proposto Krause (2016). Os episódios analisados são inicialmente apresentados em quadros contendo uma breve descrição, *QR Codes* com acesso ao vídeo que mostra as três perspectivas de gravação e uma linha do tempo em que são mostrados ícones que caracterizam momentos em que gestos e toques em tela são realizados. Em seguida, esses movimentos são analisados na perspectiva de

vincular o movimento epistêmico realizado e sua contribuição para o desenvolvimento do pensamento matemático relacionado aos objetos matemáticos em estudo.

Descrição	Vídeo
<p>Cássia utiliza o dedo indicador para inserir cubinhos e barrinhas na área de manipulação. Para isso, ela arrasta as peças para a direita e as organiza de acordo com a quantidade de cada uma das frutas. Percebemos claramente a organização das peças na área de manipulação, de forma que são identificáveis grupos de peças representando cada quantidade. Ao final do episódio, ela faz uma pequena pausa mexendo na borracha, como se fizesse uma verificação final.</p>	
Linha do tempo com indicação de gestos ou toques em tela	
	

Quadro 3 – Episódio 1 Organização das peças na tela do Multibase

Fonte: elaborado pelos pesquisadores

Nesse episódio, Cássia dispõe as peças na tela do Multibase, indicando uma organização que a ajuda a entender a quantidade de cada fruta separadamente, o que nos dá indícios de que ela realizou a ação de *coletar*. Consideramos, assim, que os movimentos que realiza ao tocar a tela para efetuar essa ação se configuram como gestos epistêmicos, pelo fato de, ao realizar tais gestos, ela conseguir fazer a representação das quantidades já diferenciando a representação da dezena e da unidade, o que indica uma compreensão da relação entre essas representações e a quantidade que cada uma delas representa. É visível o uso das mãos no processo de passagem para essas representações, especialmente no processo de arrastar peças para a organização. Entre uma representação e outra, há movimentos do corpo que caracterizam momentos em que pensa nos próximos passos, além de utilizar os dedos para contagem. Isso indica uma ação de *conexão*, ao conseguir identificar relações entre entidades ou representações matemáticas e estabelecer vínculos entre elas. Os gestos da estudante, na tela ou fora dela, indicam uma clara compreensão do uso do corpo, ao utilizar os dedos para contagem, a representação no Multibase e as interações com o material impresso. Ao final do trecho do vídeo, ela faz um movimento com o corpo (tempo 0:17), como se indicasse que essa tarefa está cumprida. Neste momento, ela indica que está satisfeita com a etapa.

Descrição	Vídeo
<p>Cássia se referencia na organização feita na tela para fazer a passagem de representação com as peças para a representação numérica por escrito. Ela olha para a tela, aponta para as peças com o dedo e efetua a contagem, reconhecendo as barrinhas como dezenas e cubinhos como unidades, separando as peças, sempre que preciso, para facilitar tal contagem. Ao final, faz movimentos com as mãos e mexe na borracha como se analisasse a tarefa cumprida.</p>	
Linha do tempo com indicação de gestos ou toques em tela	

Quadro 4 – Episódio 2 Relação entre gestos e representações numéricas
 Fonte: elaborado pelos pesquisadores

Nesse episódio, Cássia utiliza a representação no Multibase para fazer a representação numérica por escrito, ou seja, não refaz a contagem por unidade, e sim a da representação das peças, indicando a compreensão da relação entre elas e os valores posicionais dos algarismos na escrita. Ela aponta com o lápis e utiliza o dedo para afastar e facilitar o processo de contagem. Esse movimento indica que houve uma ação de *reconhecimento de estruturas*, especialmente pela compreensão da relação entre quantidade, representação com as peças do Multibase e representação por escrito.

Descrição	Vídeo
<p>Cássia manipula o Multibase para realizar as adições propostas na atividade. Ela utiliza o movimento de contorno de objetos com giro nos sentidos horário e anti-horário. Quando faz uma tentativa de agrupamento equivocado, movimentada a mão direita, como se questionasse a própria ação, a qual, em seguida, corrige, realizando corretamente agrupamentos de 10 cubinhos. Realiza movimentos de arrastar peças para melhor organizar suas ações e aponta o dedo para realizar contagens.</p>	
Linha do tempo com indicação de gestos ou toques em tela	

Quadro 5 – Episódio 3 Relação entre gestos e representações numéricas
 Fonte: elaborado pelos pesquisadores

O *reconhecimento de estruturas* é perceptível no processo de adição, quando a estudante repete gestos de circular peças para agrupar dez cubinhos/unidades em uma barrinha/dezena. Percebemos que o primeiro movimento feito pela estudante é de circular uma barra e duas unidades, mas o aplicativo informa que tem algo errado. O movimento das mãos indica que ela está refletindo sobre a ação. Ela pensa, movimentada peças na tela e passa então a agrupar 10

unidades. Isso indica uma ação de reconexão. Não é estabelecida uma organização, como normalmente ocorre com o uso de algoritmos, mas é clara a compreensão da organização e do agrupamento de unidades para formar uma dezena, pois ficou claro para ela que o que importava na situação proposta era a quantidade total de frutas.

Descrição	Vídeo
Cássia, ao elaborar as subtrações, em um primeiro momento fica pensativa. Com a mão direita, mexe na borracha, esfrega o dedo e o bate na mesa, dá toques simples na tela para mantê-la ativa e poder visualizar as peças, esfrega as mãos e movimenta o corpo, aponta para a folha, movimenta-se na cadeira, indicadores de que ela está pensando sobre a próxima ação, para somente depois clicar no botão de desagrupamento e começar as subtrações. Mas continua mexendo as mãos toda vez que precisa executar uma nova ação. Um dos cubinhos fica escondido sob o menu com os botões e ela não consegue movimentá-lo, o que a leva a fazer um gesto de dúvida.	
Linha do tempo com indicação de gestos ou toques em tela	
	

Quadro 6 – Episódio 4 Relação entre gestos e representações numéricas

Fonte: elaborado pelos pesquisadores

O *reconhecimento de estruturas* também é percebido no processo de subtração. Embora a subtração com desagrupamento ainda não tenha sido trabalhada com a estudante, é perceptível sua compreensão da necessidade de desagrupar dezenas para retiradas de unidades. Esse padrão é utilizado durante toda a atividade. Talvez, pelo fato de a subtração ainda ser um processo em desenvolvimento para os estudantes, ela opta por fazer a retirada sempre pelas unidades, mesmo quando o valor a subtrair era maior que 10. Isso indica que o processo de representação das peças para o registro escrito foi compreendido, mas o contrário ainda não. Ao subtrair quinze bananas, a estudante não identificou o 1 com uma barrinha, que poderia ser retirada diretamente, e sim as 15 unidades. Cabe também propor tarefas que explorem a subtração com a ideia de completar, de quantos faltam. Não conseguimos detectar a ação epistêmica de *elaborar*, talvez pelo fato de termos analisado a elaboração de apenas uma atividade e tal ação epistêmica demandar que os estudantes já tenham certa familiaridade com os tipos de tarefas propostas e com o próprio aplicativo.

O processo analítico sobre a finalidade dos gestos pode ser resumido conforme apresentado no Quadro 7.

Ações epistêmicas	Finalidade
Coletar	Organizar as peças na tela do Multibase, ajudando na elaboração de contagens e na utilização das peças digitais para representar as quantidades de frutas envolvidas na atividade, bem como na diferenciação entre unidades e dezenas.
Conexão	Identificar relações entre entidades matemáticas e suas representações, utilizando dedos das mãos e peças do Multibase.

Reconhecimento de estruturas	Relacionar as peças manipuladas no Multibase e a representação numérica escrita, compreendendo relações entre as ordens numéricas.
Reconexão	Estabelecer relações entre o que já havia feito com situações novas apresentadas, principalmente na realização dos (des)agrupamentos.

Quadro 7 – Relações entre ações epistêmicas e suas finalidades

Fonte: elaborado pelos pesquisadores

Embora tenha havido um esforço para isolar os movimentos realizados, a fim de destacar aqueles que geraram ações epistêmicas, concordamos com Krause (2016) quando destaca que um único movimento, gesto ou toque em tela pode mostrar aspectos de diferentes características. Porém, por se tratar de uma pesquisa de cunho interpretativo, apoiamos-nos em Jungwirth (2003) para utilizar três pontos de vista, para que pudéssemos escolher os esquemas interpretativos que julgamos mais adequados. Embora tenhamos percebido, em nossas observações, que algumas ações epistêmicas foram mais presentes que outras, não conseguimos dizer se alguma delas foi mais importante para o desenvolvimento do pensamento matemático relacionado ao objeto em estudo. Isso porque, como dissemos, a limitação de tempo de pesquisa não permitiu que pudéssemos analisar a regularidade dos gestos e toques em tela. Todavia, com base no que foi analisado, cabe sublinhar que é o conjunto de ações epistêmicas que colabora para o processo de aprendizagem.

5 Considerações finais

Este estudo analisou contribuições de movimentos epistêmicos para o desenvolvimento do pensamento aritmético, ao efetuar toques em tela ou realizar gestos elaborados por uma estudante do 2º ano do ensino fundamental, ao desenvolver atividades matemáticas inseridas no campo conceitual aditivo, com o uso do Multibase.

Ambas as dimensões analisadas (identificação e ilustração dos gestos e toques em tela, e finalidade dos gestos e dos toques) mostram-se frutíferas na representação das noções matemáticas e nas formas de raciocínio dos estudantes, quando envolvidos em atividades de contagem no aplicativo Multibase. Para a primeira dimensão, conseguimos mapear movimentos relacionados a gestos e toques em tela que deveríamos observar quando a estudante estava realizando a atividade. Relacionados à segunda dimensão, pudemos destacar gestos e toques em tela referentes a ações de coletar (organização da disposição das peças na tela, auxílio na elaboração de contagens, estabelecimento de diferenciação entre unidades e dezenas), conexão (identificação de relações entre entidades matemáticas e suas representações, utilizando dedos das mãos e peças do Multibase), reconhecimento de estruturas (relacionar as peças manipuladas no Multibase e a representação numérica escrita, compreendendo relações entre as ordens

numéricas), reconexão (estabelecer relações entre o que já havia feito com situações novas apresentadas, principalmente na realização de (des)agrupamentos).

A dinâmica do DMT, a proposição das atividades e as interações (sujeito-sujeito, sujeito-dispositivo) favorecidas na dinâmica permitiram que ações de coletar, conectar, reconhecer estruturas, reconectar e elaborar de forma consciente (ou não) levassem o sujeito a conseguir organizar o seu pensamento e a construir estratégias de raciocínio cada vez mais compreensíveis para ele e com mais autonomia e reflexão. Esses movimentos constituem possíveis traços dinâmicos e desafiadores na orientação de práticas pedagógicas que visem ao uso de DMT como mais um recurso para a aprendizagem e cuja cognição deve ser vista neste pacote multimodal e dialético (gestos + toques + registros...).

Articulando o corpo-inteiro, os toques, os gestos e as formas diversas de registro propiciadas pelas atividades, cunhamos o termo movimentos epistêmicos como processos que engendram o objeto matemático em estudo, seja na interação sujeito-dispositivo digital, seja na sujeito-sujeito, e temos defendido que a conexão entre esses movimentos epistêmicos, ações epistêmicas e objeto matemático não é linear, sendo, portanto, uma articulação que denuncia modos de pensar e agir. Ante essa articulação, defendemos que o conhecimento matemático, que se encontra no centro dessa relação, é compreendido, produzido e revelado mediante as interações sociais e em dispositivos digitais com toques em tela, que temos considerado importantes para o desenvolvimento de novas maneiras de pensar e fazer matemática no contexto escolar.

Apoiados em Bavelas (1994), ressaltamos que processos de contagem no aplicativo Multibase devem ser orientados pela identificação do significado dos gestos e dos toques. Todavia, cabe destacar que a ausência de toques em tela, conforme indicado no Quadro 2, não pode ser associada à falta de pensamento. Outro aspecto a sublinhar é que, embora o contorno de objetos (mediante giros) tenha muita relevância na compreensão da ideia de (des)agrupamento, todos os movimentos devem ser considerados como forma de pensamento, de manifestação da linguagem. Uma particularidade no aprendizado no Multibase é que as estratégias de agrupamento e desagrupamento ocorrem natural e simultaneamente, desde os movimentos epistêmicos dos sujeitos. Torna-se necessário, portanto, realizar novos estudos que evidenciem contribuições desses toques de contorno no aprendizado de quantidade, de bases de contagem e de operações numéricas.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES pelo apoio com fomento a esta pesquisa, especialmente para a aquisição de equipamento, e ao CNPq pelo apoio também com fomento para a aquisição de equipamentos e financiamento de bolsa de pós-doutoramento.

Referências

- ASSIS, A. R. de. **Alunos do Ensino Médio trabalhando no Geogebra e no Construtor Geométrico: mãos e rotações em *touchscreen***. 2016. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.
- ASSIS, A. R. de. **Alunos do Ensino Médio realizando toques em telas e aplicando isometrias com Geogebra**. 2020. 195 f. Tese (Doutorado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2020.
- BAIRRAL, M. Not Only What is Written Counts! Touchscreen Enhancing our Cognition and Language. **Global Journal of Human-Social Science**, Framingham, v. 20, n. June, p. 1–10, 2020.
- BAIRRAL, M. **Tecnologias móveis, neurocognição e aprendizagem matemática**. 1. ed. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2021.
- BAIRRAL, M.; ASSIS, A.; SILVA, B. C. DA. **Mãos em ação em dispositivos touchscreen na educação matemática**. Seropédica, RJ: Ed. da UFRRJ, 2015.
- BAVELAS, J. B. Gestures as Part of Speech: Methodological Implications. **Research on Language and Social Interaction**, [s.l.], v. 27, n. 3, p. 201-221, 1994.
- BIKNER-AHSBAHS, A. Semiotic Sequence Analysis – Constructing Epistemic Types. *In*: NOVOTNÁ, J. *et al.* (eds.). **Mathematics in the centre: Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**. Prague (Czech Republic): PME, 2006. (Vol. 2)
- DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DREYFUS, T. *et al.* The Epistemic Role of Gestures: A Case Study on Networking of APC and AiC. *In*: BIKNER-AHSBAHS, A.; PREDIGER, S. (eds.). **Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education**. New York: Springer, 2014. p. 127-151.
- FRANZOSI, V. R. **Agrupamentos e desagrupamentos no Aplicativo Multibase: uma proposta de ensino do conceito de número e operações do campo conceitual aditivo**. 2018. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.
- FREITAS, R. C. O. **Um ambiente para operações virtuais com o Material Dourado**. 2004. 190 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.
- FREITAS, R. C. O. **Aplicativo Multibase para Tablets : Análise de uma de suas Funcionalidades**.



Educação Matemática em Revista, Brasília, v. 21, n. 51, p. 15–24, 2016a.

FREITAS, R. C. O. Dos Computadores De Mesa Aos Dispositivos Móveis: a Evolução De Um Aplicativo Voltado Para O Ensino E a Aprendizagem De Números E Operações Aritméticas. **Revista Ifes Ciência**, Vitória, v. 2, n. 2, p. 132–146, 2016b.

GOLDIN-MEADOW, S. **Hearing Gesture: How Our Hands Help Us Think**. Cambridge: Harvard University Press, 2005.

JUNGWIRTH, H. Interpretative Forschung in der Mathematikdidaktik – ein Überblick für Irrgäste, Teilzieher und Standvögel. **ZDM – International Journal on Mathematics Education**, Berlín, v. 35, n. 5, p. 189-200, 2003.

KRAUSE, C. M. **The Mathematics in Our Hands: How Gestures Contribute to Constructing Mathematical Knowledge**. Wiesbaden: Springer Spektrum, 2016.

MCNEILL, D. So You Think Gestures Are Nonverbal? **Psychological Review**, Washington, v. 92, n. 3, p. 350-371, 1985.

MCNEILL, D. **Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought**. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

NÚÑEZ, R. E.; EDWARDS, L. D.; MATOS, J. F. Embodied Cognition as Grounding for Situatedness and Context in Mathematics Education. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 39, n. 1-3, p. 45-65, 1999.

PARK, D.; LEE, J. H.; KIM, S. Investigating the Affective Quality of Interactivity by Motion Feedback in Mobile Touchscreen User Interfaces. **International Journal of Human Computer Studies**, Orlando, v. 69, n. 12, p. 839-853, 2011.

SINCLAIR, N.; HEYD-METZUYANIM, E. Learning Number with TouchCounts: The Role of Emotions and the Body in Mathematical Communication. **Tech Know Learn**, [s.l.], v. 19, p. 81-99, 2014.

TVERSKY, B. **Mind in Motion: How Action Shapes Thought**. New York: Basic Books, 2019. (Vol. 1).

ZANARELLI, C. **Caractérisation des stratégies instrumentales de gestion d'environnements dynamiques: analyse de l'activité de régulation du métro**. 2006. 339 f. Tese (Doutorado em Ergonomia) – Université Paris VIII-Saint-Denis, Saint-Denis, 2006.

**Submetido em 20 de Maio de 2022.
Aprovado em 19 de Setembro de 2022.**