



## Gestos e toques em tela na compreensão de conceitos sobre bases numéricas: interações com o aplicativo Multibase

**Resumo:** Este estudo aborda a contribuição do uso de dispositivos móveis com toque em tela que possibilitam um novo olhar sobre o processo epistemológico diante da interação homem-dispositivo. Apresenta-se um recorte de uma pesquisa de mestrado, na qual se defende o uso da tecnologia *touchscreen* como ambiente de interação entre corpo e cérebro. Foram investigadas as contribuições de uma proposta de ensino com o uso do aplicativo Multibase para a aprendizagem de conceitos relacionados a bases numéricas, tendo como referência os gestos. De natureza qualitativa e abordagem interpretativa, esta pesquisa investigou uma turma de 2º ano do Ensino Fundamental. A partir das análises, verificou-se o que os gestos revelam e como contribuem para a compreensão dos conceitos presentes nas bases numéricas.

**Palavras-chave:** Bases Numéricas. Gestos Epistêmicos. Dispositivos Móveis com Toque em Tela. *Tablets*. Multibase.

### Gestures and touches on the screen in understanding concepts about numerical bases: interactions with the Multibase app

**Abstract:** This study explores the impact of mobile devices with touch screens on the epistemological process through human-device interaction. Focused on a master's research excerpt, we endorse touchscreen technology for enhancing the interaction between the body and brain. Our investigation centers on the educational benefits of the Multibase application, specifically in teaching numerical base concepts. Employing a qualitative, interpretative approach, we studied a 2nd-grade group. Through analysis of gestures in the Multibase application on touch screen devices, we unveiled insights into numerical bases, shedding light on their significance in understanding operations related to numerical bases.

**Keywords:** Numerical Bases. Epistemic Gestures. Mobile Devices. With Touch Screen. *Tablets*. Multibase.

### Gestos y toques en la pantalla en la comprensión de conceptos sobre bases numéricas: interacciones con la aplicación Multibase

**Resumen:** Este estudio examina el impacto de dispositivos móviles con pantalla táctil en el proceso epistemológico mediante la interacción humano-dispositivo. Presentamos un extracto de investigación de maestría que respalda la tecnología de pantalla táctil para la interacción cuerpo-cerebro. Investiga las contribuciones de la aplicación Multibase en la enseñanza de conceptos de bases numéricas, basándonos en gestos. Como investigación cualitativa interpretativa, abordamos un grupo de 2º año de la Enseñanza Fundamental. En el análisis, mediante la manipulación en la aplicación Multibase en dispositivos táctiles, confirmamos lo que los gestos revelan sobre las bases numéricas y sus aportes a entender conceptos en operaciones con bases numéricas.

**Késia Alves Penna  
Ferreira**

Secretaria Municipal de Educação de  
Serra  
Serra, ES — Brasil  
 0000-0002-1813-1610  
 [kesiapennaf@gmail.com](mailto:kesiapennaf@gmail.com)

**Rony Cláudio de Oliveira  
Freitas**

Instituto Federal de Educação do  
Espírito Santo  
Vitória, ES — Brasil  
 0000-0002-9044-3109  
 [ronyfreitas@ifes.edu.br](mailto:ronyfreitas@ifes.edu.br)

**Adriane da Silva  
Gonçalves**

Secretaria Municipal de Educação de  
Vila Velha  
Vila Velha, ES — Brasil  
 0000-0001-6246-7464  
 [adrianeinfo@gmail.com](mailto:adrianeinfo@gmail.com)

Recebido em: 01/03/2023

Aceito em: 17/10/2023

Publicado em: 10/11/2023

**Palabras clave:** Bases Numéricas. Gestos Epistêmicos. Dispositivos Móveis con Pantalla Táctil. Tabletas. Multibase.

## 1 Introdução

Este estudo se trata de um excerto da pesquisa realizada no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), intitulada *O aplicativo Multibase e bases numéricas diversas: um estudo sobre a contribuição dos gestos na aprendizagem*, e desenvolvida em uma turma de 2º ano do Ensino Fundamental, em uma escola da periferia do município de Serra, no Espírito Santo. Buscou-se entender as contribuições dos gestos para a compreensão de conceitos relacionados aos sistemas de numeração, identificados por meio de registros de filmagem e gravação de tela de dispositivos móveis tipo *tablets*.

Para conduzir a pesquisa, recorreremos ao aplicativo Multibase, desenvolvido por Freitas (2004) e utilizado, desde então, como artefato tecnológico para diversos estudos sobre conceitos matemáticos. O aplicativo está disponível na *Play Store* de forma gratuita somente para dispositivos móveis com tecnologia *Android*. Segundo Franzosi (2018), o aplicativo Multibase contribui para o ensino e a aprendizagem de conceitos relacionados ao sistema de numeração decimal, com destaque para as operações aritméticas, especialmente no campo conceitual aditivo.

Aliado às pesquisas desses conceitos matemáticos, temos direcionado nossa atenção para investigar a contribuição de dispositivos móveis, mais precisamente *tablets*, pois acreditamos que, ao utilizar gestos — por meio de toques na tela — é possível observar a interação homem-dispositivo, transparecendo, assim, as nossas intenções (Bairral, 2017).

Nessa direção, Baccaglioni-Frank e Miracci (2015) afirmam que fazer, tocar, mover são componentes essenciais dos processos do pensamento matemático, desde o início das fases do desenvolvimento conceitual até as mais avançadas. Assim, dispositivos móveis com toque em tela se configuram, por meio da manipulação, como promotores da construção de significados de uma mente corporificada (Ferreira, 2021).

Com base nas pesquisas de Dreyfus *et al.* (2014), conceituamos os gestos epistêmicos como aqueles gestos que têm a capacidade, embora não seja estritamente necessária, de desempenhar uma função comunicativa. Esses gestos desempenham um papel crucial na reorganização do conhecimento dos estudantes, destinando-se a ilustrar

ou esclarecer conceitos matemáticos e suas propriedades para o próprio executor, contribuindo assim para a construção de significados. Em vez de simplesmente transmitir informações, esses gestos também podem ocorrer de forma simultânea.

Krause (2016) leva em conta a construção de significados como processos epistêmicos, que ocorrem por meio de interações sociais. Nesta pesquisa, consideramos que essas interações também podem ocorrer na relação sujeito-recurso digital a partir de toques em tela e/ou na produção de gestos que os antecedem ou complementam.

Bikner-Ahsbahs (2006) e 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 (Ferreira, 2021).

Na análise de dados, investigamos possíveis contribuições da interação corpo e mente em uma proposta de ensino dos conceitos de sistema de numeração decimal. Para isso, a nossa observação aconteceu durante a interação com o aplicativo Multibase, de forma que fosse possível identificar intenções nos movimentos corporais, mais especificamente nos movimentos dos dedos das mãos, que contribuíram com este estudo.

## **2 O aplicativo Multibase e sistema de numeração**

O princípio de representação numérica por meio das bases permitiu que as civilizações caracterizassem números elevados usando o mínimo possível de símbolos, de modo que a ideia central desse sistema de numeração é o princípio de agrupamentos. Em diferentes épocas, várias civilizações utilizaram formas de agrupamento, criando um símbolo para representar a unidade que se repetia até atingir uma quantidade específica, momento em que um símbolo diferente era introduzido, revelando a sua característica posicional. Essa quantidade de elementos que se agrupavam é exatamente o que representa uma base numérica, sendo a base 10 a mais amplamente utilizada ao longo da história (Monteiro, 2016).

No que se refere ao ensino de sistema de numeração decimal, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) orienta, em suas habilidades para o 2º ano do Ensino Fundamental, o uso de materiais manipuláveis a fim de propor diferentes estratégias de ensino (Brasil, 2017). Nesta pesquisa, utilizamos o aplicativo Multibase, elaborado por Freitas (2004) e inspirado “no Material Dourado desenvolvido pela educadora italiana

Maria Montessori, para contribuir, por meio da manipulação, para o ensino e a aprendizagem de bases numéricas e operações aritméticas” (Freitas, 2016, p. 15).

O aplicativo Multibase permite a operação em outras bases numéricas, contemplando as bases 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 e 16. Nas séries iniciais do Ensino Fundamental e na Educação Infantil, esse trabalho possibilita uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos nas operações com a base 10, fundamentando-se nas regras de agrupamento e desagrupamento que regem o nosso sistema de numeração (Grossi, 2010). A seguir, faremos uma breve apresentação do aplicativo e suas funcionalidades.

Na Figura 1, é possível observar a tela que nos permite selecionar a base na qual desejamos operar. Para escolher a base, basta tocar no número que a representa.



Figura 1: Tela de escolha das bases (Ferreira, 2021)

Após a escolha da base, o aplicativo nos permite selecionar — também por meio do toque — o ícone desejado, o tipo de tela que desejamos utilizar, o painel liso ou o Quadro Valor de Lugar (QVL), conforme é mostrado na Figura 2.



Figura 2: Tela de escolha do painel (liso ou QVL) (Ferreira (2021)

Para desenvolver as funcionalidades do aplicativo, é necessário compreender que os ícones presentes na barra de tarefas correspondem a comandos desempenhados pelo aplicativo.

O Quadro 1 apresenta as funções dos ícones na barra de comandos.

Quadro 1: Comandos do aplicativo Multibase

Ícone	Comando	Execução do comando
	Agrupar	Ao selecionar esse comando o usuário poderá agrupar determinadas peças. Para isso deverá circular as peças com a ponta do dedo.
	Desagrupar	Ao selecionar essa peça o usuário deverá tocar na peça que deseja desagrupar.
	Zoom	Esse comando permite aumentar ou diminuir o tamanho das peças que estão na tela.
	Escrever na tela e apagar.	Esse comando permite escrever na tela e apagar a escrita.
	Cor do fundo da tela	Esse comando altera a cor do fundo da tela.
	Cartas do baralho	Esse ícone aciona cartas de baralho que poderão ser usadas em jogos.
	Limpar as peças da tela	Esse comando limpa todas as peças que estão na tela.
	Home	Esse comando é utilizado para retornar à tela inicial do aplicativo.

Fonte: Ferreira (2021)

Ao criar atividades para explorar o aplicativo Multibase, é viável desenvolver conceitos relacionados a operações e a ideia de valor posicional. Isso se torna possível por meio da manipulação das peças, já que, ao realizar as ações de “agrupar” e “desagrupar”, o aluno deve identificar o local para o qual a nova peça deve ser arrastada (Bairral, Assis e Silva, 2015).

### 3 O que os gestos nos dizem sobre a aprendizagem

Estudos da neurociência apontam uma íntima relação entre a mente e o corpo, entre o cérebro e os demais sistemas do organismo. É possível afirmar que os conceitos e raciocínios humanos são estruturados por meio das experiências cotidianas corpóreas (Meier, 2017). Assim, “o cérebro cria representações do corpo à medida que esse vai mudando sob influências de tipo químico e neural. Algumas dessas representações permanecem não conscientes, enquanto outras se tornam conscientes” (Damásio, 2012, p. 204). Ao desenvolver uma mente corporificada, proporcionamos ao organismo uma

nova maneira de se adaptar aos estímulos do ambiente. Neste estudo, os estímulos observados resultam da interação com dispositivos móveis de tela sensível ao toque em um ambiente projetado para a investigação.

Estudos de Bikner-Ahsbabs (2006) apontam que, mesmo quando não observados, os alunos podem empregar gestos para abordar conceitos matemáticos, e esses gestos desempenham um papel relevante na construção do conhecimento, permitindo que os alunos avancem em seu processo epistêmico. Além disso, as ações realizadas em tablets também podem ser utilizadas para investigar a compreensão de conceitos matemáticos. “A intenção é ensinar o conceito envolvido na ação, entendendo que a ação se estrutura de forma corporificada, por meio dos processos mentais envolvidos nessa ação” (Ferreira, 2021, p. 58).

Neste estudo, consideramos as ações como os gestos realizados na interface dos tablets, uma vez que os gestos expressam o significado de um pensamento corporificado (Krause, 2016). É importante destacar que, “não é somente o resultado da ação que é importante, mas todo o trajeto que leva o sujeito a desenvolver determinada ação, uma vez que há indícios de que a compreensão ocorre antes que a ação seja concretizada” (Ferreira, 2021 p. 59).

Segundo Bairral (2020), as manipulações *touchscreen* são ações humanas que revelam os pensamentos dos estudantes e apresentam características distintas. Na Figura 3, podemos analisar as particularidades e semelhanças entre os gestos e os gestos/manipulações em tela propostas por Bairral (2017).

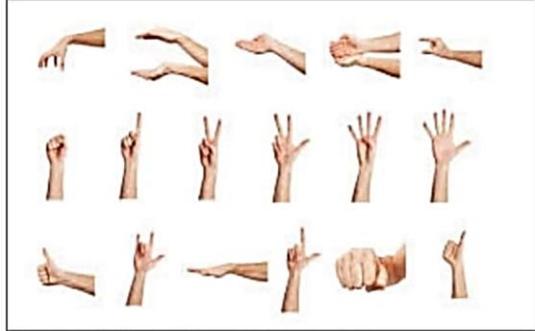
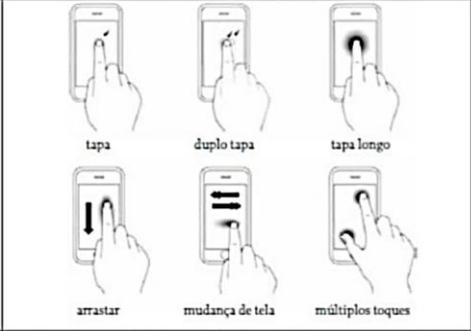
Gestos (McNeill, 1995, 2002)	Manipulações em Tela (Arzarello <i>et al.</i> , 2014; Assis, 2016; Bairral <i>et al.</i> , 2015; Silva, 2017)
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-São parte do discurso do qual o falante participa.</li> <li>-Não são acompanhantes externos da fala.</li> <li>-Não são fixos, mas livres, e revelam idiossincrasias do nosso pensamento imagético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nem sempre vêm acompanhadas de fala.</li> <li>-São feitas <i>com a tela</i> ou <i>a partir</i> dela.</li> <li>-São movimentos variados, muitas vezes combinados, e constituem um sistema simbólico multifacetado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• São imagéticos, simbólicos, não são meros movimentos.</li> <li>• São contextualmente situados e possuem intencionalidade.</li> <li>• Gestos + manipulações + palavras + sentenças + frases + registros diversos + construções em software constituem um sistema linguístico único.</li> <li>• Não podem ser totalmente expressos em termos cinestésicos.</li> <li>• Combinados com aspectos social e cognitivamente situados causam impacto no pensamento.</li> </ul>	

Figura 3: Gestos e manipulações em tela (Bairral, 2017, p. 102)

Entendemos que o significado de *gesto* é muito abrangente. Ao falar de dispositivos móveis tipo *tablets*, o olhar é direcionado para os movimentos realizados com as mãos, que podem ou não estar articulados com a fala (Goldin-Meadow, 2005). No que se refere aos gestos que ocorrem sem conexão com a fala, eles são classificados em cinco tipos:

*Ilustradores* são gestos utilizados para complementar a comunicação verbal como, por exemplo, enfatizar no tamanho de certo objeto ao qual estamos nos referindo. *Adaptadores* são gestos que ocorrem de forma inconsciente ou com baixa consciência pessoal e não há intencionalidade de comunicação, como por exemplo mexer os cabelos ou balançar as pernas. *Emblemas* são sinais não verbais que podem ser facilmente traduzidos em palavras, como o gesto de “legal” utilizando o polegar levantado. *Exibições de afeto* são formas de comunicação não verbais de rosto e corpo que produzem significado emocional, como a forma como andamos ou realizamos movimentos faciais. *Reguladores* são mensagens não verbais que acompanham a fala para regular o que o locutor está dizendo como, por exemplo, um acenar de cabeça ou um gesto para interrupção de uma conversa (Altoé, Ferreira e Freitas, 2021, p. 69).

Em se tratando de gestos que acompanham a fala, McNeill (1992) os classifica em quatro dimensões descritas a seguir: 1) *Gestos icônicos*: aproximam-se do conteúdo semântico da fala, trazendo elementos da cena em que ela acontece. Esses gestos dependem da fala para ter significado, por exemplo, quando giramos o dedo para comunicar que, num acidente, um carro rodou na pista. Na Matemática, tais movimentos possuem limitação, pois não existem gestos icônicos para objetos matemáticos, dada a sua natureza abstrata; 2) *Gestos metafóricos*: apresentam a imagem de um conceito abstrato, como o gesto de concha para representar o conceito da pergunta; 3) *Gestos dêiticos*: são movimentos demonstrativos e direcionais acompanhados de palavras indicativas como “aqui”, “ali”, “lá” e utilizados para mostrar algo ou alguém; 4) *Gestos de batida*: são movimentos com pulsação rítmica da fala como se marcassem um tempo musical e sem transmitir informações sobre o que é abordado.

Embora haja o entendimento de que a classificação dos gestos para compreender o comportamento dos gestos seja importante, em nosso estudo, não consideramos a taxinomia dos gestos como objeto de análise. Direcionamos a nossa atenção para os gestos com/para tocar em tela, entendendo que todo espaço do gesto é carregado de potencialidades e capaz de nos indicar gestos que decorrem da ação epistêmica. Defendemos que toques em tela podem ser interpretados como gestos em tela e associados a processos epistêmicos produzidos durante a interação, acompanhados ou não da fala. A nossa preocupação foi analisar os gestos que revelaram processos epistêmicos (modos de

pensar e agir) na relação com o objeto matemático e com o outro (Ferreira, 2021).

Nesta seção, abordamos estudos da neurociência que apontam a relação entre o corpo e o cérebro, e como esses processos podem ser observados no contexto de ensino. Discutimos gestos, sejam eles acompanhados pela fala ou não, nomeados de gestos epistêmicos, podem nos revelar a compreensão de conceitos matemáticos.

#### **4 Metodologia da pesquisa**

Para analisar os gestos, necessita-se de um ambiente favorável para a investigação, haja vista a existência de um caráter subjetivo, justificando a importância da descrição das ações/gestos para a compreensão de seu caráter epistêmico. Com base nos estudos de Bikner-Ahsbahs (2006), Krause (2015) indica um modelo para identificar condições que facilitam ou dificultam os processos epistêmicos. Tal modelo é baseado na observação de ações consideradas epistêmicas, a fim de averiguar processos utilizados por estudantes na produção de conhecimentos matemáticos quando realizam as interações propostas. Assim, fizemos uma adaptação do modelo proposto por Krause (2016), que definiu cinco ações epistêmicas que foram observadas:

- Coletar: ação observada quando o estudante consegue coletar e organizar entidades matemáticas que podem ser úteis para atender a uma necessidade;
- Conectar: ação observada quando o estudante consegue identificar relações entre entidades matemáticas e estabelecer vínculos entre elas;
- Visão da estrutura: ação observada quando o estudante reconhece generalidades e padrões, construindo novas entidades matemáticas ou mesmo as reconstruindo em novos contextos;
- Reconectar: ação observada quando o estudante revê as conexões já feitas, desfazendo-as, aperfeiçoando ou avançando em suas elaborações;
- Elaborar: ação observada quando o estudante consegue criar 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.

Segundo Krause (2016), os gestos são difíceis de descrever a partir de uma

perspectiva neutra. Assim, devem ser relatados de uma certa perspectiva, buscando estabelecer uma interpretação de sentido, “cujas construções ocorrem de formas e graus diferentes em cada um de nós, em maior ou menor proximidade com as experiências diversas e mutuamente interseccionadas” (Jungwirth, 2003, p. 189).

Desse modo, dada a natureza efêmera dos gestos, são necessários registros que auxiliem a interpretação do movimento em busca de sua contribuição epistêmica. A análise dos gestos e sua característica descritiva nos levou a optar pela metodologia de pesquisa qualitativa, com abordagem interpretativa.

#### 4.1 Sujeitos e ambiente da pesquisa

Nesta pesquisa, a implementação das propostas de ensino aconteceu no contexto do distanciamento social, uma medida necessária devido à pandemia de Covid-19. em uma turma de 2º ano de uma escola municipal de Serra, no estado do Espírito Santo. Especificamente, a pesquisa foi conduzida em uma turma de segundo ano de uma escola municipal localizada em Serra, no estado do Espírito Santo. O contexto imposto pela pandemia demandou que observássemos a execução das atividades por parte dos estudantes em um formato individual. Os discentes precisavam manter a distância de 1,5 metro um do outro e, por isso, optamos por não enfatizar as conversas ou interações que ocorreram por meio dos *tablets*.

Ressaltamos que, durante o período em que as escolas municipais estiveram fechadas, também devido a pandemia de Covid-19, os alunos foram atendidos pelos professores por meio de atividades pedagógicas não presenciais (APNPS), devido ao pouco ou nenhum acesso à internet móvel. Essa circunstância tornou a pesquisa atrativa para os discentes, pois muitos nunca tinham manuseado um *tablet*.

Para a produção de dados, foram utilizadas atividades impressas; dois *smartphones* para gravar os movimentos dos estudantes; *tablets* com os aplicativos Multibase e *Screen Recorder* (gravação de tela) instalados.

Como já abordado anteriormente, o foco desta pesquisa foi entender a contribuição dos gestos na compreensão de conceitos matemáticos, de modo que, para a análise, os *smartphones* para a gravação ficaram dispostos de forma que fosse possível capturar os movimentos das mãos, do corpo e a gravação da tela, indicando a movimentação das peças, viabilizando a análise dos gestos epistêmicos.

O recorte da pesquisa trata das atividades realizadas por um aluno identificado pelo nome fictício de Gustavo. Gustavo demonstra uma notável concentração e habilidade de observação, características que se destacaram facilmente na sua forma de manusear as peças do aplicativo Multibase.

#### 4.2 Atividade monte e desmonte base

A nossa intenção ao desenvolver atividades na base cinco foi buscar “indícios da compreensão da dinâmica de agrupamento que consiste em agrupar de dois em dois ou de cinco em cinco, à medida que novas peças iguais, ou seja, mesma quantidade de peças menores (cubinhos) fossem formadas” (Ferreira, 2021, p. 94).

Na atividade, pedimos a Gustavo para arrastar a peça maior (cubão) para a tela do *tablet* e desagrupá-la até a menor peça (cubinho). Ao desagrupar, o aluno deveria observar as peças que surgissem durante os desagrupamentos, iniciar o agrupamento das menores e as que fossem formadas sucessivamente, até formar novamente a peça maior inicial. Na Figura 4, é possível visualizar o estudante Gustavo desenvolvendo as atividades. Os vídeos poderão ser assistidos a partir do acesso ao *QR code*.

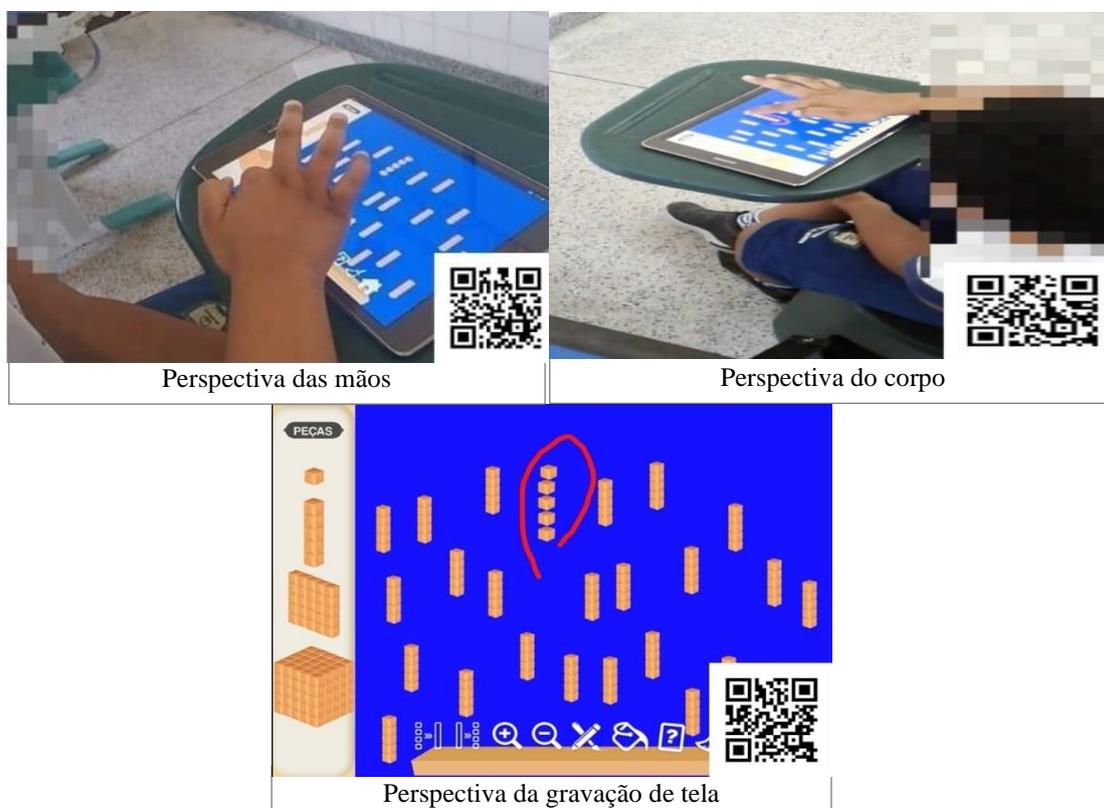


Figura 4: Análise de Gustavo na base cinco (Ferreira, 2021)

O estudante Gustavo inicia a atividade realizando todos os desagrupamentos com sucesso. Após desagrupar todas as peças, começa a agrupar os cubinhos em barrinhas que

posteriormente ele organiza de forma ordenada na interface do *tablet*. Entretanto, ao fazer o último agrupamento, o aluno tem dificuldade em agrupar: realiza o gesto de tocar no comando de agrupar e depois o gesto com o dedo indicador, circulando os cinco cubinhos, mas a ação não é efetuada com sucesso. O estudante realiza essa sequência de gestos circulares com o dedo indicador por três vezes, sem conseguir agrupar as peças.

Decide, então, mover os cinco cubinhos para a lixeira e arrasta para a interface do *tablet* uma barrinha. Esses gestos “mover para a lixeira” e “arrastar uma barrinha” nos fornece indícios de que o discente compreendeu que os agrupamentos devem ser feitos de cinco em cinco para formar um novo elemento (ordem), associando as quantidades de cinco cubinhos e uma barrinha. A atividade completa durou 8 minutos e 36 segundos.

A *perspectiva das mãos* nos mostra que Gustavo dispõe o *tablet* em cima da carteira e desenvolve os gestos com a mão direita, utilizando o dedo indicador. O estudante efetua o gesto circular com o dedo indicador para agrupar os cubinhos de cinco em cinco, porém, não consegue realizar o agrupamento no último grupo de cinco cubinhos restantes. Em seguida, executa o gesto circular com o dedo indicador por mais três vezes na tentativa de juntar as cinco peças, sem sucesso. Diante da dificuldade, Gustavo decide excluir as peças uma a uma, efetuando o gesto de arrastar os cubinhos para a lixeira e, na sequência, realiza o gesto de arrastar uma barrinha para a interface do *tablet*.

Na *perspectiva do corpo*, visualizamos que o estudante Gustavo realizou a atividade sentado em uma carteira e posicionou o *tablet* em cima da mesa, efetuando os movimentos com a mão direita. Nota-se, no recorte da atividade, que ele utilizou o dedo indicador da mão direita para fazer o agrupamento de cinco cubinhos. Gustavo tenta agrupar os cinco cubinhos e, toda vez que essa tentativa é frustrada, produz gestos com o corpo, ajeitando-se na cadeira, demonstrando alguma insatisfação. O aluno, então, decide excluir os cubinhos e arrastar uma nova barrinha para a interface do aplicativo.

A *perspectiva da gravação de tela* nos permite visualizar com mais precisão as tentativas de agrupamento dos cinco cubinhos que faltavam para concluir essa etapa de agrupamentos. Percebe-se que o estudante realiza o agrupamento de dois conjuntos de cinco cubinhos, formando duas barrinhas e, logo após, tenta agrupar os últimos cinco cubinhos. Sem conseguir efetuar os agrupamentos, observamos que Gustavo tenta por quatro vezes, sem sucesso. Após a sequência de tentativas, vemos as peças sendo arrastadas para a lixeira e uma nova plaquinha é deslocada para a interface do *tablet*.

Ao analisar, notamos que Gustavo utilizou o gesto de arrastar as peças como estratégia para realizar a atividade de diferentes formas: tanto para deslocar peças para a lixeira quanto para arrastar novas para a tela do *tablet*. Esses gestos nos indicam que a ação epistêmica de *conectar* esteve presente, pois é observada quando o estudante consegue coletar e organizar entidades matemáticas. No caso da atividade de Gustavo, essa ação é observada quando o discente exclui cinco cubinhos e os troca por uma nova barrinha de peças vertical.

#### 4.3 Atividade das fichas numeradas na base 10

Nesta atividade pedimos ao Gustavo que retirasse quatro fichas de um grupo de fichas numeradas de um a vinte. As fichas estavam dispostas de forma que o estudante não conseguisse visualizar o número que estava sendo retirado do grupo. Após retirar as quatro fichas, Gustavo deveria registrar os números na atividade impressa e arrastar a quantidade de peças referente ao número das fichas no painel liso do aplicativo Multibase. Após arrastar as peças para a tela do aplicativo, o estudante deveria registrar na atividade impressa as quantidades de cubinhos e barrinhas que arrastaram.

Logo após Gustavo realizar os agrupamentos, novamente registraria a quantidade de cubinhos e barrinhas que obteve. Na sequência, mudariam o painel do aplicativo para o painel QVL e arrastaria as peças referentes aos agrupamentos realizados. Por fim, deveria representar esse número no painel QVL e, também, de forma escrita.

O objetivo foi verificar, por meio das dinâmicas de agrupamento vivenciadas na atividade com bases numéricas diversas, indícios de que os estudantes compreenderam que estavam realizando a soma dos números que foram retirados nas cartas e estabelecessem relações sobre o valor posicional dos números e, por fim, analisassem a contribuição dos gestos nesse processo. O estudante Gustavo, após ouvir atentamente as observações sobre a atividade, retira do grupo as seguintes cartas:

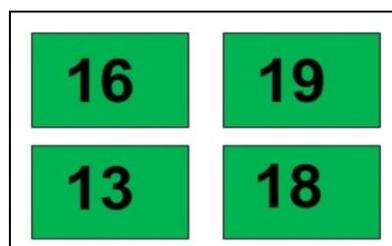


Figura 5: Cartas numeradas retiradas por Gustavo (Ferreira, 2021)

A partir das cartas que retirou, Gustavo começou a arrastar as peças para o centro do *tablet*. A seguir, podemos visualizar a forma como ele colocou as peças na tela do

Multibase, bem como o registro efetuado na atividade impressa.

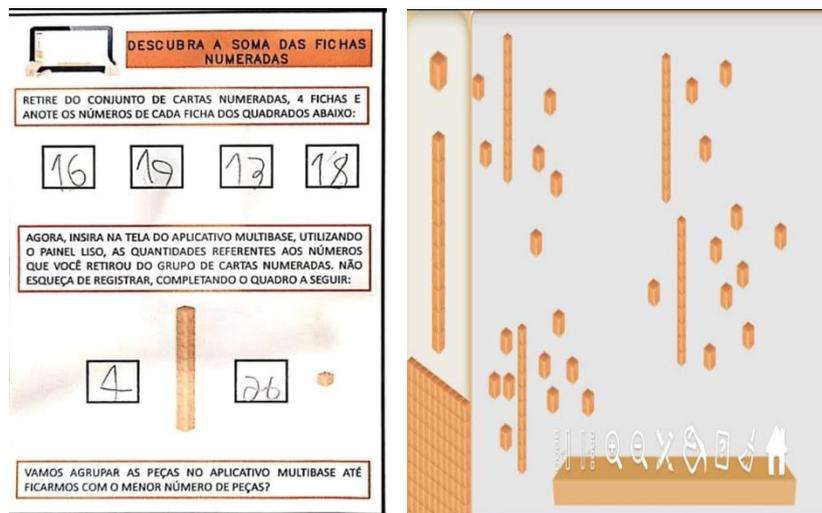


Figura 6: Atividade na base 10 com fichas numeradas por Gustavo — Recorte 1 (Ferreira, 2021)

Podemos notar que Gustavo arrastou barrinhas e cubinhos de todas as quantidades referentes às cartas numeradas. O estudante moveu barrinhas para representar a quantidade dez e o restante de cubinhos. Na sequência, a pesquisadora questiona o estudante se ele sabia qual era a soma das cartas:

Pesquisadora: *Você consegue me dizer quanto dá a soma dos números da carta?*

Gustavo: *É pra contar tudo?*

Pesquisadora: *Será que continuando o agrupamento fica mais fácil?*

Gustavo: *Peraí...*

O estudante realiza os agrupamentos possíveis e registra as quantidades na atividade impressa (Figura 7).

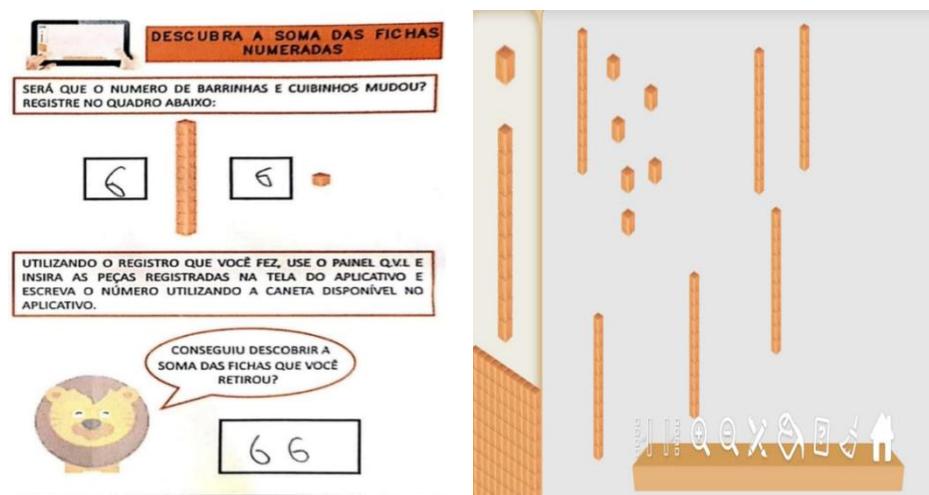


Figura 7: Atividade na base dez com fichas numeradas por Gustavo — Recorte II (Ferreira, 2021)

Após os agrupamentos, Gustavo acredita que já terminou a atividade, e a

pesquisadora o incentiva a continuar:

Pesquisadora: *E agora? Qual a soma das cartas?*

Gustavo: *O seis e o seis...*

Pesquisadora: *Sim... seis e o seis, mas que quantidade de cubinhos nós temos?*

Gustavo: *Não é só seis...*

Pesquisadora: *Vamos mudar para o painel QVL?*

Após o diálogo, Gustavo troca o painel liso pelo painel QVL e arrasta para a tela as seis barrinhas e os seis cubinhos.

Pesquisadora: *E agora?*

Gustavo: *Ah, professora... é o sessenta e seis.*

Pesquisadora: *Quanto é a soma dos números da carta?  $16 + 19 + 13 + 18$*

Gustavo: *66, né!*

A seguir, forneceremos uma descrição dos gestos nos recortes mencionados anteriormente. A atividade de agrupar e somar com cartas numeradas teve uma duração de 9 minutos e 16 segundos. O trecho analisado tem uma duração de dois minutos e vinte e um segundos, e o excerto pode ser visualizado nas imagens e acessando os *QR codes* (Figura 8).

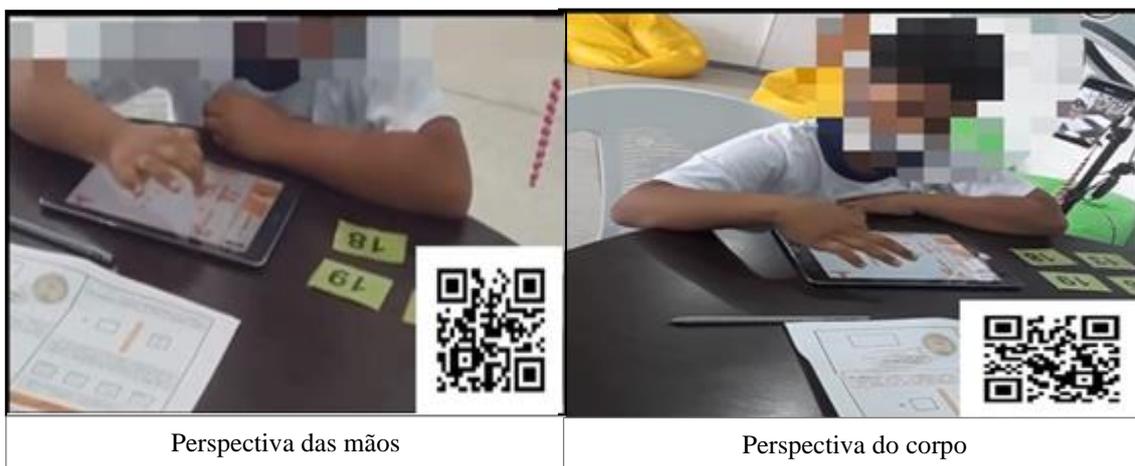


Figura 8: Análise de Gustavo na base 10 (Ferreira, 2021)

Na perspectiva das mãos, notamos que Gustavo inicia a atividade segurando e batendo o lápis na atividade impressa que está em cima da mesa. Na sequência dos movimentos, o estudante utiliza o lápis para anotar a quantidade de barrinhas na folha. Em seguida, usa o dedo indicador da mão direita para arrastar os cubinhos, realizando movimentos curtos. Ele executa esses gestos com todos os cubinhos, dando indícios de

que estava contando quantos existiam na tela do *tablet*. Logo após, pega o lápis e anota a quantidade de cubinhos na atividade impressa.

Na sequência dos gestos, percebemos que, novamente, Gustavo utiliza o gesto de arrastar os cubinhos um a um, fazendo uso do dedo indicador da mão direita. Logo após, com o dedo indicador, toca no comando de agrupamento e realiza o gesto circular, efetuando o agrupamento dos dez cubinhos “ajeitados e contados” anteriormente. O discente arrasta a barrinha resultante desse agrupamento para próximo de outra, utiliza novamente o dedo indicador para realizar o gesto de arrastar barrinhas, toca no comando de agrupar, efetua o movimento circular em volta das barrinhas “ajeitadas e contadas”, formando uma nova. Em seguida, “ajeita” na tela do aplicativo os seis cubinhos restantes.

Finalizando a atividade, Gustavo pega o lápis, usa o lado contrário para contar quantos cubinhos e barrinhas ficaram após os agrupamentos e registra as quantidades na folha impressa.

Na *perspectiva do corpo*, observamos que o estudante inicia a atividade esfregando os dedos da mão direita. Depois, pega o lápis que está disposto em cima da mesa, balança de um lado para outro, dá pequenas batidas na folha de atividade, olha para a tela do *tablet* e, em seguida, utiliza o lápis para anotar na impressão o número de barrinhas que estão dispostas na tela do aplicativo. A seguir, visualizamos o movimento da mão de Gustavo sobre a tela do *tablet* e o momento em que anota, na atividade impressa, o número de barrinhas que estão dispostas na tela do aplicativo.

Dando continuidade, Gustavo coloca o lápis sobre a mesa e inicia movimentos com a mão direita, mais precisamente utilizando o dedo indicador dessa mão para realizar os agrupamentos na tela do aplicativo. Quando termina, o estudante pega novamente o lápis e o utiliza para contar as peças do *tablet* antes de anotar as quantidades na atividade impressa. Notamos que a mão esquerda permanece junto ao corpo.

Devido a uma falha na gravação das telas, não será possível descrever os gestos a partir da perspectiva da tela. Entretanto, essa intercorrência não atrapalhou a análise dos recortes da atividade.

Na análise desta atividade, visualizamos que Gustavo utiliza o dedo indicador para realizar gestos curtos como o de arrastar os cubinhos na tela do *tablet*, fornecendo indícios de que ele estava realizando a contagem nos cubinhos antes de agrupá-los. Nessa sequência de gestos, podemos concluir que a ação epistêmica de *coletar* estava presente,

pois, ao utilizar o recurso de contagem (entidade matemática), Gustavo coletou e organizou os cubinhos para atender a sua necessidade de agrupar e formar uma barrinha, visto que, caso não agrupasse o número correto, não seria possível formar a barrinha.

Notamos que, no decorrer da atividade da base 10, o estudante recorre novamente ao gesto de arrastar e ajeitar os cubinhos, apontando a ação epistêmica de coletar. Entretanto, nessa segunda vez em que o aluno realizou os gestos de “arrastar e ajeitar” os cubinhos antes de agrupá-los, compreende-se que a ação epistêmica de *conectar* esteve presente, pois essa ação é observada quando o estudante consegue identificar relações entre entidades matemáticas e estabelecer vínculos entre elas, sendo percebido na ação de contagem que precede os agrupamentos, pois é necessário saber a quantidade exata de cubinhos para agrupar.

Podemos notar no desenvolvimento da atividade realizada com o estudante Gustavo que os gestos, conforme os estudos da neurociência, apontam uma íntima ligação entre corpo e cérebro e entre o cérebro e os demais sistemas do organismo. Segundo Meier (2017), os conceitos e raciocínios matemáticos são estruturados por meio de experiências cotidianas corpóreas. Os indícios que nos levam a crer nessa afirmação em relação a atividade desenvolvida por Gustavo é o fato que o aluno recorre aos gestos para contar, estabelecendo vínculo entre a ação de contar e a necessidade de agrupar.

## 5 Percepções sobre os gestos

Na atividade na base cinco, o estudante deveria desagrupar um cubão e depois reagrupá-lo, respeitando a base, ou seja, agrupar de cinco em cinco para formar a nova ordem de peças. Nessa atividade, verificamos que o aluno recorreu à estratégia de contagem, visto que o recurso do senso numérico se apresentou limitado. Percebemos a contagem muito presente nessa etapa, e os gestos com os dedos das mãos foram fundamentais para a realização. O estudante não foi orientado previamente que poderia contar, de modo que esse gesto foi incorporado às suas estratégias.

Com a inclusão de gestos destinados exclusivamente à contagem, fica evidente que o conceito fundamental foi naturalmente reforçado. Sempre que os estudantes precisavam fazer o gesto circular para agrupar, também realizavam os gestos de contagem.

De fato, uma vez que estamos lidando com uma ferramenta tecnológica, é necessário acionar comandos para executar ações, sendo que algumas ações são inerentes

ao aplicativo ou dispositivo móvel. No entanto, esses comandos podem nos fornecer pistas sobre a existência de processos epistêmicos.

Nas etapas da pesquisa em que as propostas de ensino foram realizadas, notamos que a ação epistêmica mais presente em nossa análise dos gestos foi a de *coletar*, que é observada quando o estudante coleta e organiza entidades matemáticas que podem ser úteis para atender a uma necessidade.

Para manusear o aplicativo Multibase, um dos gestos inerentes é tocar no comando de agrupar e realizar o movimento circular em volta das peças que se deseja mover. porém, não são quaisquer peças e quantidades. Ainda que o estudante realize o movimento em torno de uma quantidade e/ou peça que não é possível agrupar, podemos identificar indícios de sua intenção no gesto, e isso foi mais perceptível nas interações realizadas na base 10. Nessa etapa, tivemos sinais de que os alunos já haviam compreendido as dinâmicas de agrupamento por base, perceptível no início das atividades quando ele disse: “Agora é 10, professora?”.

Dessa forma, percebemos que as dinâmicas de agrupamento da base cinco auxiliaram no desenvolvimento das atividades na base 10, pois visualizamos que o estudante compreendeu as dinâmicas anteriormente executadas, demonstrando nas atividades da base 10. Assim, a atividade realizada na base cinco serviu de estrutura conceitual para que eles chegassem à base dez fazendo essas relações do conceito de agrupamento, que foram potencializadas pela manipulação do aplicativo Multibase.

Segundo Franzosi (2018), a essência do aplicativo Multibase são os agrupamentos e desagrupamentos de suas peças virtuais, de forma que, no Material dourado, troca-se cubinhos por barrinhas, barrinhas por plaquinhas e assim por diante. Já no aplicativo Multibase, conseguimos transformar os cubinhos em barrinhas, barrinhas em plaquinha e assim por diante.

Durante o processo de transformação das peças, podemos observar que os gestos desempenham um papel central no desenvolvimento das propostas de ensino apresentadas por esta pesquisa. Fica evidente que os gestos desempenharam um papel significativo na compreensão das dinâmicas de agrupamento, tanto em operações envolvendo diferentes bases quanto na base decimal. Na atividade realizadas na base 10, estiveram presentes as ações epistêmicas de *coletar*, que é observada quando o estudante consegue coletar e organizar entidades matemáticas que podem ser úteis para atender a uma necessidade e

*conectar*, ação observada quando o estudante consegue identificar relações entre entidades matemáticas e estabelecer vínculos entre elas.

Nas atividades realizadas na base 10, fica evidente que o método de contagem desempenhou um papel fundamental. Um exemplo notável é o caso do estudante Gustavo, que recorreu à contagem. Além disso, ele empregou estratégias mais sofisticadas ao efetuar a contagem. Ao adotar abordagens mais elaboradas para contar, fica claro que os dedos das mãos podem ser instrumentos auxiliares valiosos para os alunos na compreensão dos conceitos de número, ordem e cardinalidade. Embora o estudante pesquisado tenha utilizado diferentes métodos de contagem, os dedos das mãos desempenharam um papel crucial nesse processo.

Salientamos que, nesta pesquisa, os dispositivos móveis desempenham um papel crucial como recursos tecnológicos de grande relevância, contribuindo de forma significativa para os processos de ensino e aprendizagem. Portanto, defendemos veementemente a necessidade de investimentos em tecnologia, especialmente nos anos iniciais, a fim de possibilitar a incorporação de práticas de ensino semelhantes às apresentadas nesta pesquisa no dia a dia das escolas. Isso, por sua vez, promoverá uma aprendizagem significativa e permitirá que os alunos desempenhem um papel ativo e central nesse processo educacional.

## **6 Considerações finais**

Neste estudo, exploramos as capacidades de uma proposta de ensino que aborda diversas bases numéricas, implementada por meio do aplicativo Multibase. Nossa investigação concentra-se na análise do papel desempenhado pelos gestos nesse processo, bem como sua importância na identificação do processo epistêmico por meio de ações epistêmicas, em consonância com a abordagem que temos defendido com base nos estudos de Krause (2015).

Apesar do desafio inerente à análise de gestos, sustentamos a visão de que o corpo e o cérebro operam de maneira interligada, como afirmado por Damásio (2012). Acreditamos que os processos epistêmicos se manifestam nos gestos, mesmo que não possamos percebê-los diretamente. Dessa forma, nos comprometemos a investigar as contribuições dos gestos no processo epistêmico, utilizando uma proposta de ensino que envolve o uso do aplicativo Multibase em tablets, a fim de promover a compreensão de conceitos sob a perspectiva da Cognição Corporificada.

Os dispositivos móveis utilizados nesta pesquisa são considerados recursos tecnológicos importantes que desempenham um papel fundamental no aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem. Neste estudo, podemos constatar que a interação dos estudantes com *tablets* e dispositivos móveis semelhantes abre novas áreas de pesquisa, que ainda não foram totalmente exploradas. Esta investigação nos permite, por meio da análise dos gestos, identificar os padrões de pensamento e comportamento dos estudantes, oferecendo valiosas informações.

O período da pandemia, marcado por consideráveis desafios para todos, também trouxe avanços notáveis nas áreas da ciência, educação e tecnologia. Contudo, é importante destacar que os alunos envolvidos nesta pesquisa não tiveram acesso à oportunidade de participar das aulas remotas usando recursos digitais, uma realidade que expõe uma disparidade significativa. Nossa aspiração é contemplar um cenário futuro com políticas públicas dedicadas à educação, de modo que todos os alunos possam desfrutar de experiências educacionais que incluam o uso de tecnologias digitais.

## Referências

ALTOÉ, Renan Oliveira; FERREIRA, Késia Alves Penna; FREITAS, Rony Cláudio de Oliveira. [Os gestos também falam! Reflexões para análise de gestos em processos epistêmicos na interação “corpo-mídia-matemática”](#). In: *Anais do IX Seminário Nacional da Licenciatura em Matemática*. Itapemirim: IFES, 2021.

BACCAGLINI-FRANK, Anna; MARACCI, Mirko. [Multi-touch technology and preschoolers’ development of number-sense](#). *Digital Experiences in Mathematics Education*, v. 1, n. 1, p. 7-27, apr. 2015.

BAIRRAL, Marcelo Almeida. [As manipulações em tela compoem a dimensão corporificada da cognição matemática](#). *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 99-106, 2017.

BAIRRAL, Marcelo Almeida. [Not only what is written counts! Touchscreen enhancing our cognition and language](#). *Global Journal of Human-Social Science*, v. 20, n. 5, p. 1-11, 2020.

BAIRRAL, Marcelo Almeida; ASSIS, Alexandre; SILVA, Bárbara Caroline de. *Mãos em ação em dispositivos touchscreen na Educação Matemática*. Seropédica: EDUR, 2015.

BIKNER-AHSBAHS, Angelika. Semiotic sequence analysis — constructing epistemic types empirically. In: *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Prague: PME, 2006, p. 161-168.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. [Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental](#). Brasília: MEC/SEB, 2017.

DAMÁSIO, Antônio. *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. Tradução de Dora Vicente e Georgina Segurado. 3. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

DREYFUS, Tommy; SABENA, Cristina; KIDRON, Ivy; ARZARELLO, Ferdinando. *The epistemic role of gestures: a case study on networking of APC and AiC*. In: BIKNER-AHSBAHS, Angelika; PREDIGER, Susanne. (Ed.). *Networking of theories as a research practice in Mathematics Education*. New York: Springer, 2014, p. 127-151.

FERREIRA, Késia Alves Penna. *O aplicativo Multibase e bases numéricas diversas: um estudo sobre a contribuição dos gestos na aprendizagem*. 2021. 155f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) — Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória.

FRANZOSI, Vito Rodrigues. *Agrupamentos e desagrupamentos no aplicativo Multibase: uma proposta de ensino do conceito de número e operações do campo conceitual aditivo*. 2018. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) — Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória.

FREITAS, Rony Cláudio de Oliveira. *Aplicativo Multibase para tablets: análise de uma de suas funcionalidades*. *Educação Matemática em Revista*, Brasília, v. 21, n. 51, p. 15-24, out. 2016.

FREITAS, Rony Cláudio de Oliveira. *Um ambiente para operações virtuais com o material dourado*. 2004. 189f. Dissertação (Mestrado em Informática) — Centro Tecnológico. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.

GOLDIN-MEADOW, Susan. *Hearing gesture: how our hands help us think*. Cambridge: Harvard University Press, 2005.

GROSSI, Esther Pillar. *Um novo jeito de ensinar Matemática: sistema de numeração*. Porto Alegre: GEEMPA, 2006.

JUNGWIRTH, Helga. *Interpretative forschung in der Mathematikdidaktik — ein Überblick für Irrgäste, Teilzieher und Standvögel*. *ZDM Mathematics Education*, v. 35, n. 5, p. 189-200, oct. 2003.

KRAUSE, Christina M. *The Mathematics in our hands: how gestures contribute to constructing mathematical knowledge*. Wiesbaden: Springer, 2016.

McNEILL, David. *Hand and mind: what gestures reveal about thought*. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

MEIER, Melissa. *O uso de dispositivos móveis e tecnologia touchscreen em atividades de Geometria*. 2017. 126f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) — Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MONTEIRO, Maria Priscila Bacellar. *Conhecimentos de crianças sobre o sistema de numeração: o desafio de utilizar eficazmente a numeração escrita*. 2016. 127f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologias. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo.