



ALEXANDRIA

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Os Gestos no Ensino e na Aprendizagem de Geometria

Gestures in Teaching and Learning Geometry

José Carlos Pinto Leivas^a; Carmen Vieira Mathias^b

^a Universidade Franciscana, Santa Maria, Brasil - leivasjc@ufn.edu.br

^b Departamento de Matemática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil - carmen@ufsm.br

Palavras-chave:

Gestos. Geometria.
Oficinas pedagógicas.

Resumo: Neste artigo, apresentamos uma pesquisa qualitativa cujo objetivo foi analisar e exemplificar tipos de gestos icônicos realizados por participantes de duas oficinas por meio de um jogo criado a partir das pesquisas realizadas por um grupo consolidado junto a um programa de pós-graduação. A primeira oficina envolveu estudantes de uma Licenciatura em Matemática e a segunda estudantes do Ensino Médio. Aproveitamos o *corpus* de gestos produzidos para verificar como estes podem variar dependendo do contexto em que o sujeito está inserido. Foram selecionados cinco gestos icônicos produzidos com maior frequência pelos competidores. Os resultados mostraram que os indivíduos expressavam seus gestos dentro de contexto matemático e utilizaram em abundância as mãos em suas ações. Concluimos, também, que os gestos expressavam o pensamento geométrico dos participantes, indicando uma modalidade de expressão complementar à fala no processo de ensino, em particular.

Keywords:

Gestures. Geometry.
Pedagogical workshops

Abstract: In this article, a qualitative research were presented whose objective was to analyzed and illustrated types of iconic gestures made by participants in two workshops in a game created by the studies and research of a consolidated group next to a postgraduate program. The first workshop involved students from a Mathematics Degree and the second high school students. The corpus of gestures produced was taken advantage of to verify how the gestures vary depending on the context in which the subject is inserted. Five iconic gestures were produced most frequently by competitors. The results showed that the individuals expressed their gestures within a mathematical context and used their hands in abundance in their actions. We also concluded that the gestures expressed the geometric thinking of the participants, indicating a form of expression complementary to speech in the teaching process, in particular.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

A Geometria tem mostrado mudanças ao longo dos séculos, milênios e décadas, quer no conteúdo em si, desde a axiomática euclidiana até, por exemplo, a geometria topológica e a fractal, mais atuais, quer nos processos de seu ensino. Um exemplo disso é o uso de *softwares* de Geometria Dinâmica tanto nos processos de ensino quanto nos de aprendizagem. Para além destes, já um tanto quanto conhecidos, encontramos em Sinclair *et al.* (2017) outros aspectos, não tão explorados como os anteriores. Para os autores,

durante a última década, tem sido dada maior ênfase às teorias incorporadas e discursivas na investigação sobre o ensino e a aprendizagem da geometria, com uma ênfase simultânea na investigação de teorias relacionadas com o raciocínio viso-espacial, o papel dos gestos e diagramas e a utilização de tecnologias digitais. (p. 279).

Seguindo nesse caminho, o grupo de pesquisa liderado pelo primeiro autor tem se debruçado a investigar o ensino de geometria com o aporte de teorias relacionadas ao raciocínio viso-espacial. Atualmente, está iniciando, ainda, estudos no intuito de investigar o papel dos gestos no ensino e na aprendizagem de conceitos geométricos.

Há quase vinte anos, Roth (2001) observou que “existia muito pouca investigação educacional preocupada com o papel dos gestos na aprendizagem e no ensino, particularmente em áreas temáticas que têm sido caracterizadas pela abordagem de assuntos abstratos como a ciência e a matemática” (p. 365). O autor afirma que, nos anos seguintes, houve um interesse no papel dos gestos no ensino e na aprendizagem de matemática no âmbito internacional, com diversas perspectivas metodológicas.

Em diferentes partes do mundo, pesquisas têm se preocupado com a função que os gestos desempenham no processo de ensinar e de aprender. Por exemplo, Alibali *et al.* (2013) argumentam que os gestos dos professores são parte integrante de sua comunicação instrucional. Além disso, os autores apontam que os alunos aprendem de forma mais efetiva ao aumentar a frequência com a qual os docentes expressam as ideias vinculadas multimodalmente (ou seja, usando fala e gesto).

A matemática, em particular, envolve várias modalidades, incluindo símbolos, diagramas, linguagem escrita e imagens visuais. Além dessas modalidades, pode-se observar que o gesto, particularmente no Brasil, não tem sido explorado no contexto educacional, principalmente no ensino e na aprendizagem dessa disciplina. Mas, acredita-se que o gesto tende a servir como uma ponte importante entre imagens mentais (geralmente difíceis de expressar em palavras) e a expressão simbólica formal de ideias matemáticas (ARZARELLO, 2006), o que pode auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem.

No contexto escolar, Hostetter (2011) afirma que o gesto em conjunto com o discurso na sala de aula promove a comunicação de importantes ideias de aprendizagem. Nessa mesma

direção, Arzarello *et al.* (2009) afirmam que o gesto pode ser visto como um "recurso semiótico" que professores (e alunos) utilizam para desenvolver e refinar ideias.

Pensando nas ações realizadas, McNeill (1992) definiu gestos como "movimentos dos braços e mãos" que "estão intimamente sincronizados com o fluxo da fala" (p. 11). Ele propõe, ainda, que os gestos "não pertencem ao mundo exterior, mas ao interior da memória, do pensamento e das imagens mentais" (p. 12). Esse autor categorizou os gestos em diferentes tipos: batidas, icônicos, metafóricos e dêiticos. Os do tipo batidas, são os que aparecem quando as mãos se movem junto à pulsação rítmica da fala, transmitindo uma estrutura temporal ou enfática à comunicação. Os gestos representativos ou icônicos são os que possuem uma relação de semelhança com o conteúdo semântico do discurso (objeto ou evento) e têm referências concretas. Já os classificados como metafóricos são semelhantes aos gestos icônicos, mas com o conteúdo pictórico apresentando uma ideia abstrata que não possui forma física. Os categorizados como dêiticos ou líticos, são os gestos que são feitos ao indicar objetos, eventos ou locais no mundo concreto (movimentos de apontar).

Observa-se que, nos gestos do tipo icônico, os sujeitos representam diretamente objetos ou ideias com seus corpos. Por exemplo, eles podem formar dois segmentos de retas concorrentes, com o cruzamento dos dedos ou braços, e utilizar os dedos para conectar três lados de um triângulo.

Pesquisas sobre gestos (GÖKSUN *et al.*, 2013; WALKINGTON *et al.*, 2014) apontam uma importante diferença entre dois tipos de gestos representativos. Conforme Walkington *et al.* (2014),

em gestos representativos estáticos, os sujeitos representam um objeto (como um triângulo, por exemplo), mas não tentam agir diretamente sobre esse objeto. Ou seja, o gesto apresenta uma representação estática de um único objeto, que não está interagindo com outros objetos. Em gestos representativos dinâmicos, os sujeitos primeiro representam um objeto e, em seguida, se envolvem em transformações fluidas desse objeto usando as possibilidades de seu corpo. Por exemplo, o sujeito pode "contrair" um triângulo formado com as mãos em dois segmentos de reta um em cima do outro, ou criar um retângulo com as mãos que "cresce" à medida que as mãos se movem para fora. (p. 480).

Ainda conforme Walkington *et al.* (2014, p. 481), "a ação física de gesticular resulta e inicia estados cognitivos. Portanto, realizar gestos dinâmicos com o corpo pode ser um subproduto dos processos de raciocínio e dar origem a novas ideias". Corroborando esse pensamento, Pier *et al.* (2019, p. 46) definem "gestos dinâmicos como gestos que representam a transformação progressiva de um objeto matemático por meio do movimento corporal". Os autores explicam que

a distinção entre gestos dinâmicos e não dinâmicos não é entre gestos que "se movem" versus aqueles que "ficam parados", porque os gestos em movimento podem representar objetos estáticos e imóveis, como quando alguém traça um triângulo com um dedo ou representa uma engrenagem traçando um círculo. Em vez disso, os gestos dinâmicos representam a transformação ou manipulação progressiva, de um único objeto matemático ou de vários objetos matemáticos relacionados um ao outro (PIER *et al.*, 2019, p. 46).

Neste artigo, nosso interesse não está na interação entre diferentes modalidades, incluindo gestos e fala, mas na possibilidade de analisar se o gesto realizado é do tipo dinâmico ou estático, bem como de examinar como e quanto ele pode variar dependendo do contexto. Acreditamos ser importante observar como os gestos são usados quando não empregados em conjunto com a fala, ou seja, quando são usados de maneira isolada. Segundo Kendon (1996),

[...] quando os gestos são empregados como enunciados por si mesmos, eles tendem a assumir uma forma altamente convencionalizada. [...] No entanto, de uma comunidade para outra (e também para uma determinada comunidade), parece haver muita variação na medida em que o gesto é usado como um modo de expressão por si só. Consequentemente, há variação no tamanho do repertório de formas gestuais que as pessoas podem recordar em um contexto de 'citação' (p. 4).

Assim, de acordo com a cultura, a comunidade e o contexto empregado, os gestos que são usados para representar um mesmo objeto podem ou não variar. A curiosidade em perceber como o gesto é empregado para representar um determinado ente/conceito geométrico foi o que instigou a investigação aqui relatada. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar e exemplificar os tipos de gestos icônicos realizados por sujeitos participantes de duas oficinas ministradas por nosso grupo de pesquisa. Também, aproveitamos o *corpus* de gestos produzidos para verificar como e quanto, eles podem variar dependendo do contexto em que o sujeito está inserido.

Uma revisão de literatura sobre gestos

Esta seção tem o objetivo de conhecer como estão ocorrendo pesquisas em relação à função dos gestos no ensino e na aprendizagem de matemática, mais especificamente na geometria. Para Kastens *et al.* (2008),

[...] os gestos não são apenas movimentos de braço ociosos; eles estão profundamente conectados à cognição e à percepção e podem ter significados sutis que seriam difíceis ou impossíveis de transmitir apenas na linguagem. Para um educador ou pesquisador em educação, os gestos podem, portanto, fornecer uma janela para os processos de pensamento dos alunos, mesmo quando esses não conseguem articular seus entendimentos ou mal-entendidos em palavras. (p. 362).

Um dos trabalhos mais antigos que aborda os gestos é o de Kendon (1980), no qual o autor afirma que o gesto acompanha a fala em função da sincronia entre facetas verbais e não verbais do discurso. Depois disso, McNeill (1992) demonstra as várias conexões entre a linguagem usada no discurso e os gestos que acompanham o próprio idioma, como o tempo e o significado dos movimentos das mãos. Esse trabalho apoiou a noção de considerar os gestos como um importante componente não-verbal da conversa. Desde a publicação desses dois estudos clássicos sobre comportamento e gestos não-verbais, surgiram inúmeras definições semelhantes para descrever o que constitui um gesto (KENDON, 1980; McNEILL, 1992; GOLDIN-MEADOW, 2005; CHU; KITA, 2011).

Neste trabalho, consideraremos os gestos como movimentos significativos das partes do corpo, produzidos enquanto um indivíduo está pensando e representando um objeto geométrico. Em outras palavras, os gestos são considerados partes do corpo que têm significado enquanto um indivíduo está pensando, sendo produzidos intencionalmente.

Desde o trabalho de McNeill (1992), uma grande quantidade de pesquisas têm sido realizadas para explorar o papel, a importância e o significado do gesto em diferentes domínios, particularmente no aprendizado de matemática. Como exemplo, os de Singer e Goldin-Meadow (2005); Alibali *et al.* (2014); Hord *et al.* (2016) e Bui e Harman (2019).

Ao analisar esses quatro trabalhos, percebemos que eles mantêm semelhança entre si, a saber, a implicação de que os gestos desempenham um ou mais papéis no aprendizado de matemática. Portanto, podem ser usados para avaliações e para apoio ao processo de aprendizagem do aluno.

Observamos que a matemática é um assunto tradicionalmente ensinado via livros didáticos e estudado por meio de tarefas com lápis e papel. Dessa forma, instauramos uma questão: de que forma o gesto, que é uma expressão física, pode se estabelecer como um fator no aprendizado de conceitos matemáticos, sendo um assunto tão abstrato?

A teoria da cognição incorporada postula que as experiências físicas no mundo, bem como as ações e percepções de um indivíduo, moldam as habilidades cognitivas e de pensamento, estendendo-se ao desenvolvimento do pensamento matemático (SHAPIRO, 2019). Inseridos nessa teoria, os gestos também contribuem para o aprendizado da matemática, desde os produzidos pelos próprios alunos (CHU; KITA, 2011; GOLDIN-MEADOW *et al.*, 2009) até aqueles realizados por agentes pedagógicos e testemunhados por alunos (MARTINS *et al.*, 2016; COOK *et al.*, 2017; WAKEFIELD *et al.*, 2018).

De acordo com Alibali e Nathan (2012), a cognição matemática se "baseia na percepção e na ação, e se alicerça no ambiente físico", postulando que, dentro de um contexto de aprendizagem, o ambiente de um indivíduo molda as suas percepções, informando os seus processos cognitivos. Posteriormente, a cognição matemática age novamente sobre o ambiente do indivíduo, desenvolvendo habilidades e pensamentos matemáticos. Um exemplo disso seria uma aula sobre determinada teoria, digamos cálculo de áreas de figuras geométricas planas, na qual o aluno observa o professor e isso deverá melhorar sua capacidade de reconhecer padrões na tarefa a desenvolver. Essa influência do ambiente nas percepções do aluno interfere no processo de solução de problemas para determinar cada uma das áreas na tarefa a ser realizada. Se o aluno faz perguntas para esclarecer determinadas dúvidas e aponta literalmente para o lugar do obstáculo para seguir os cálculos, leva o professor a fornecer um retorno ou *feedback*. O *feedback* do ambiente do aluno informa as

suas percepções sobre o conteúdo e altera a forma como o professor atuará futuramente no ambiente.

Alibali *et al.* (2014) afirmam que gesticular é um comportamento natural entre culturas e contextos, e essa ação prevalece nas instrucionais, pois os professores tendem a apontar e realizar movimentos para direcionar a atenção, explicar conceitos e conectar ideias para os alunos. Assim, ao pesquisar sobre os papéis dos gestos no ensino e na aprendizagem de matemática, algumas pesquisas possuem um maior destaque, tais como: os gestos realizados pelos professores e, portanto, os observados pelos alunos; os gestos produzidos pelos alunos no processo de ensino e de aprendizagem.

Observamos que essas não são as únicas pesquisas relevantes sobre o tema, pois ultimamente muito tem se falado sobre o papel dos gestos nas tecnologias digitais. Porém, a princípio, no caso deste artigo, focamos no contexto professor-aluno. No que segue, faremos uma revisão geral de contribuições para esse campo de pesquisa, sob a ótica do grupo que está estudando o tema.

Gestos realizados pelos professores

Alibali e Nathan (2012) argumentam que os gestos manifestam o conhecimento matemático incorporado de três maneiras distintas: (1) os de apontar refletem o fundamento da cognição no ambiente físico; (2) os representacionais manifestam simulações mentais de ação e percepção; e (3) alguns metafóricos refletem metáforas conceituais baseadas no corpo. Os autores apoiam essa afirmação em pesquisas sobre gestos e com ilustrações empíricas baseadas na tipologia de gestos apresentada por McNeill (1992). Concluem que o conhecimento incorporado se manifesta de maneiras diferentes por variados tipos de gestos.

Uma aula sobre conceito de simetria foi ministrada com e sem gestos na pesquisa relatada em Valenzeno *et al.* (2003). Os gestos foram teorizados como benéficos para a aprendizagem, conectando fala e visual, reduzindo assim a carga cognitiva dos alunos. Segundo os autores, o ato de apontar e traçar gestos 'fundamenta' o discurso dos professores, vinculando enunciados verbais abstratos ao ambiente físico e concreto. Na pesquisa realizada, crianças em idade pré-escolar assistiram a uma de duas lições gravadas em vídeo sobre o conceito de simetria. Em um dos vídeos, denominado “verbal mais gesto”, a professora produziu gestos de apontar e traçar enquanto explicava o conceito. Na lição apenas verbal, o professor não produziu nenhum gesto. Em um pós-teste, as crianças foram solicitadas a julgar seis itens como simétricos ou assimétricos e a explicar seus julgamentos. As crianças que assistiram a lição verbal com gestos tiveram uma pontuação mais alta no pós-teste do que as crianças que assistiram a aula somente verbal. Assim, os autores concluíram que os gestos dos professores podem realmente facilitar o aprendizado dos alunos.

À medida que os professores integram o gesto à fala durante as aulas e explicações, os gestos que os alunos observam dos docentes demonstram promover o aprendizado da matemática, sugerindo que, apenas ver os outros gesticulando, é benéfico para tal. Por exemplo, Richland (2015) examina a prevalência de gestos nas salas de aula de matemática nos Estados Unidos e em duas regiões com maior pontuação em matemática nos testes internacionais padronizados, a saber, Japão e Hong Kong. A observação de filmagens de aulas de matemática da oitava série nas três localidades revelou que os professores das regiões de maior desempenho gesticulavam mais enquanto falavam, ao passo que os professores dos Estados Unidos gesticulavam menos. Os professores do Japão e de Hong-Kong eram mais propensos do que os americanos a adaptarem o uso de seus gestos ao contexto dos alunos.

Outro exemplo no sentido de integração dos gestos com a fala é dado em Koumoutsakis *et al.* (2016) ao investigarem se os gestos dos professores têm efeitos comparáveis nas instruções presenciais ao vivo e nas instruções em vídeo. Essa pesquisa contou com a participação de sessenta e três alunos de 7 a 10 anos de idade, para os quais foram dadas instruções sobre problemas de equivalência matemática. Os autores questionaram se os gestos do instrutor poderiam facilitar o aprendizado das crianças sobre como resolver corretamente os problemas de equivalência matemática. Para responder essa questão, examinaram a aprendizagem de crianças expostas ao vídeo e as instruções ao vivo. A partir desse estudos, os pesquisadores concluíram que o gesto era benéfico para o aprendizado. Em particular, os gestos que acompanharam a instrução de fala facilitaram as crianças na aprendizagem de estratégias corretas para resolver os problemas sobre o conteúdo abordado, assim como na transferência desse conhecimento novo para formatos inédito de problemas.

Ainda no campo de investigar como os gestos dos instrutores facilitam o aprendizado, Otumfuor e Carr (2017) examinaram a relação entre as habilidades espaciais do professor e sua instrução, incluindo o conteúdo e o conhecimento pedagógico deste, o uso de representações pictóricas e a utilização de gestos durante o ensino de geometria. Nessa pesquisa, que contou com a participação de cinquenta e seis professores do Ensino Médio, os autores concluíram que é provável que professores com melhores habilidades espaciais usem gestos representacionais e apresentem melhor conteúdo e conhecimento pedagógico durante a instrução.

Gestos realizados pelos alunos

Assim como os alunos podem se beneficiar observando os gestos dos professores no contexto da matemática, pesquisas evidenciam que a produção de gestos também pode ser benéfica para o aprendizado dessa disciplina.

Kendon (1980), considerado um clássico nas questões dos gestos no ensino e na aprendizagem, foi um dos primeiros a sugerir que a consideração de gestos, juntamente à linguagem, pode revelar o conhecimento dos alunos. Cook e Goldin-Meadow (2006) afirmam que os alunos retêm mais conhecimento se gesticularem espontaneamente durante uma atividade, o que sugerindo que isso contribui para a aprendizagem. Em pesquisa mais recente, Chen e Herbst (2013) indicam que os gestos são outra modalidade de comunicação que também pode ser usada para gerar ideias, em vez de apenas expressá-las. Segundo os autores,

[...] quando os alunos apresentam suas conjecturas, o uso de gestos os ajuda a desenvolver e comunicar explicações complexas sem a necessidade de usar a linguagem matemática formal; assim, os gestos podem permitir que os alunos participem de discussões sobre conceitos antes que todos esses tenham sido formalizados e representados em linguagem formal. Com expressões gestuais e verbais, os alunos podem comunicar mais de seu raciocínio e pensamento a seus colegas e professores. (CHEN; HERBST, 2013, p. 5).

Ou seja, os gestos auxiliam a capacidade dos alunos de processar novos conceitos de matemática. Nesse mesmo sentido, Pier *et al.* (2019) investigaram a fala e os gestos dos alunos enquanto estes se envolviam na construção de provas para duas conjecturas matemáticas distintas. Os autores focaram em uma classe de gestos particularmente relevantes para a prova matemática, isto é, gestos dinâmicos, que são gestos que retratam a transformação progressiva de objetos ou entidades. Concluíram que gestos dinâmicos e fala apresentam contribuições separadas e importantes para a formulação de argumentos matemáticos, bem como que ambas as modalidades podem transmitir elementos de entendimento dos alunos para professores e pesquisadores.

Por outro lado, Walkington *et al.* (2019) afirmam que “os gestos estão associados a formas poderosas de entendimento; no entanto, seu papel causador no raciocínio matemático é menos claro”. Na pesquisa realizada, os autores inibiram os gestos dos estudantes, restringindo as mãos e examinando o impacto na linguagem, na memorização, na intuição e nas justificativas matemáticas de conjecturas geométricas. Walkington *et al.* (2019), em uma das poucas pesquisas realizadas com alunos do Ensino Médio, concluíram que na sala de aula de matemática, os alunos estão acostumados a expressar seu raciocínio matemático apenas por meio de notação escrita, ao invés de usar linguagem oral acompanhada de ação. Assim, as formas como os alunos usam gestos, e conseqüentemente seus corpos, são certamente influenciadas por esse sistema de normas e crenças em matemática. Além disso, mencionam que os alunos podem precisar de instrução sobre esquemas gestuais específicos para diminuir essa divisão e perceber o poder dos gestos.

Observamos que é exatamente nesse sentido que a pesquisa relatada neste artigo contribui para o campo do ensino de matemática, e para o de geometria, em específico. As ações realizadas na coleta de dados poderão servir de motivação para que os alunos e os

professores percebam o quão importante é gesticular ao tentar expressar um determinado conceito matemático.

Pressupostos metodológicos

Uma pesquisa de cunho descritivo, segundo Gonsalves (2003, p. 65), “não está interessada no porquê, nas fontes do fenômeno; preocupa-se em apresentar suas características”. Dessa forma, a investigação realizada foi classificada quanto aos objetivos como descritiva, pois buscou analisar e exemplificar dois tipos de gestos icônicos de sujeitos em duas situações distintas. Assim, não interessou o porquê das realizações, mas o modo como tais gestos foram produzidos e interpretados pelos estudantes.

Sendo a pesquisa realizada em dois grupos sociais distintos, trata-se de uma investigação social, a qual, para Bauer *et al.* (2017), dentre suas dimensões, apresenta um levantamento por amostragem. Neste artigo isso é feito por meio de conceitos a serem gesticulados e interpretados em um jogo. Nessa linha, a geração de dados pode ser feita em dois grupos focais, sendo que na presente pesquisa envolve um com universitários e outro com estudantes do Ensino Médio. Complementarmente, a análise dos dados é feita por meio de registros audiovisuais de cada um dos grupos. Durante cada oficina realizada com um desses grupos, divididos em subgrupos competindo entre si, foram gerados vídeos de uma pilotagem com o jogo Geometria em Ação¹, a partir dos quais analisamos como o participante gesticulava determinada forma geométrica para que os demais a interpretassem oralmente.

Segundo Loizos (2017, p. 149), “O vídeo tem uma função óbvia de registro de dados sempre que algum conjunto de ações humanas é complexo e difícil de ser descrito compreensivamente por um único observador, enquanto ele se desenrola”. Portanto, para analisar gestos produzidos em um jogo e sua interpretação envolvendo conceitos geométricos, esse foi o instrumento que os pesquisadores julgaram mais apropriado para a coleta de dados na presente pesquisa.

Em um primeiro momento, foram realizadas observações em duas oficinas oferecidas pelo Grupo de Pesquisa. O principal objetivo das oficinas foi analisar os gestos dos participantes ao jogarem um jogo supracitado. Resumidamente, “Geometria em Ação” é um jogo de tabuleiro que possui características similares ao jogo Imagem em Ação², porém, nesse caso, as imagens são figuras geométricas e o jogo possui 102 cartas.

O primeiro espaço da pesquisa foi a Oficina 1, realizada no mês de outubro de 2019, em uma instituição pública de Ensino Superior da região central do estado do Rio Grande do

¹ Jogo desenvolvido pelo Grupo GEPGEO

² Imagem & Ação, lançado em 1986, pela Grow, é um jogo de tabuleiro de mímica e adivinhação com mais de 2.400 palavras ou expressões subdivididas em 6 categorias. A cada rodada as equipes devem adivinhar o que a mímica de um de seus integrantes quer expressar para avançar as casas no tabuleiro. Ganha quem chegar ao final primeiro (MUNIZ *et al.*, 2016).

Sul. O segundo espaço foi a Oficina 2, no mês de novembro de 2019, porém em uma instituição particular de Ensino Básico, na mesma localidade. Em ambos os casos, os dados para o presente estudo foram coletados por meio de um questionário inicial para identificar características dos indivíduos, como idade e escolaridade. Também foram utilizados vídeos e áudios, além de observações registradas em um diário de campo.

A Tabela 1 fornece outras informações sobre os espaços, assim como os sujeitos envolvidos.

Tabela 1 - Informações sobre as oficinas

	Oficina 1	Oficina 2
Turno de Realização	Noite	Manhã
Duração da Oficina	3 horas (com intervalo)	2 horas (sem intervalo)
Escolaridade dos sujeitos	Acadêmicos do 1º ao 9º período do curso de Matemática Licenciatura	Alunos do 3º ano do Ensino Médio
Quantidade de equipes analisada	02	04
Quantidade de participantes	11	36

Fonte: os autores

Após a realização das oficinas, foram selecionados alguns gestos realizados pelos participantes, dentre os quais escolhemos os gestos icônicos, cuja incidência foi maior. Quando houve empate no número de vezes que um gesto ocorreu, escolhemos aquelas representações gestuais que foram extremamente óbvias (claramente identificadas com algum ente geométrico) ou que fugiram completamente ao esperado, corroborando com os aspectos mencionados por Kendon (1996). A discussão sobre essas percepções será realizada na seção análise dos gestos.

Sobre o jogo Geometria e Ação

Acreditamos ser importante uma apresentação mais pormenorizada do jogo utilizado nas oficinas. Trata-se de um jogo de tabuleiro (Figura 1) que foi desenvolvido pelos integrantes de um grupo composto por professores de ensino superior, professores da rede básica de ensino, alunos de pós-graduação e acadêmicos de licenciatura.

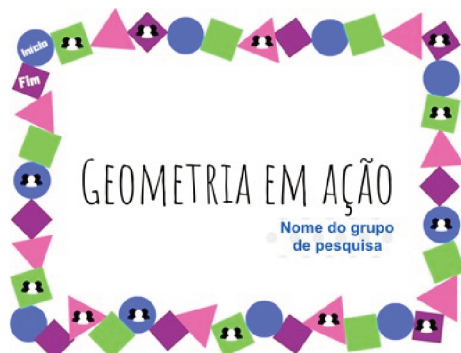


Figura 1 – Tabuleiro do jogo
Fonte: Arquivo do grupo de pesquisa

Além do tabuleiro, o jogo possui 102 cartas (Figura 2), as quais envolvem conceitos geométricos variados: 04 peões (marcadores para os jogadores, confeccionados em uma impressora 3D), 2 dados, 1 manual de instruções e dois glossários, sendo um apenas com conceitos e o outro com conceitos e imagens dos termos que constam nas cartas.



Figura 2 – Cartas do jogo
Fonte: Arquivo do grupo de pesquisa

Em cada rodada, uma das equipes sorteia uma carta. Um de seus membros busca um dos vocabulários ou vai direto produzir o gesto para seu grupo decifrar o conceito gesticulado. Ao acertar, os integrantes jogam o dado para avançar a quantidade de casas no tabuleiro, conforme o número sorteado. Caso o grupo não tenha êxito, após o tempo estipulado, a vez de sortear uma nova carta passa para a outra equipe. O time ganhador é o que chegar ao final do tabuleiro primeiro. Observamos que os sujeitos eram proibidos de se expressarem verbalmente durante a rodada e, dessa forma, os gestos realizados foram empregados como enunciados por si mesmos, ou seja, foram gestos isolados como definido por Kendon (1996). Portanto, o *corpus* do jogo Geometria em Ação foi criado para realizar pesquisas internas e externas ao grupo. Assim, no contexto desse jogo, foi criado o *corpus* de gestos da pesquisa.

Análise dos gestos

Para realizar as análises, selecionamos alguns gestos icônicos do tipo estático e do tipo dinâmico, os quais foram realizados pelos participantes durante o jogo, em ambas as oficinas.

Categorizamos os gestos selecionados que representavam os conceitos sorteados da seguinte forma:

- 1) Os que se enquadraram no contexto matemático e os que foram realizados em contextos diferentes do que o da matemática.
- 2) Como gesto estático ou dinâmico, conforme a definição dada em Walkington *et al.* (2014).

Os gestos dos participantes foram examinados a partir de vídeos. A Tabela 2 apresenta os conceitos selecionados, os quais foram descritos a partir de: (1) gestos; (2) frequência com que ocorreram em cada oficina e (3) realização ou não em contexto matemático. A classificação para cada um dos gestos será realizada na sequência.

Tabela 2 - Gestos (Conceitos), frequência e contexto de realização.

Gesto (Conceito)	Frequência Oficina 1	Frequência Oficina 2	Realização em Contexto matemático	Realização fora de contexto matemático
Triângulo	1	2	X	
Vértice	1	2	X	
Mediatriz	2	2	X	
Volume	1	2	X	X
Grau	1	2		X

Fonte: os autores

Foram selecionados 05 conceitos de um total dos 72 sorteados. Assim como foi realizado em Walkington *et al.* (2014), classificamos o conceito referente ao gesto (por exemplo, triângulo, retângulo, segmento de reta) como estático (ou seja, sem movimento) ou dinâmico (isto é, em movimento). Conforme Pier *et al.* (2019), a categorização de um gesto como dinâmico se concentra na natureza transformadora da representação descrita, em oposição ao movimento da mão. Dito de outra forma, um gesto será dinâmico quando apenas a ação afetar outra parte do sistema, a exemplo da representação de um triângulo e da realização de uma transformação a partir do primeiro gesto.

O primeiro gesto selecionado foi o realizado para representar o conceito triângulo. Esse conceito, além de ser frequente na oficina, é um gesto citado em outras pesquisas (WALKINGTON *et al.*, 2014; NATHAN *et al.*, 2014; PIER *et al.*, 2019), as quais geralmente concordam que: “os alunos não apresentam dificuldades no reconhecimento dos triângulos” (PACHÊCO, 2020, p. 345). De fato, a palavra triângulo sorteada nas duas oficinas em várias jogadas, produziu gestos estáticos, sendo imediatamente reconhecida pelos participantes (Figura 3).

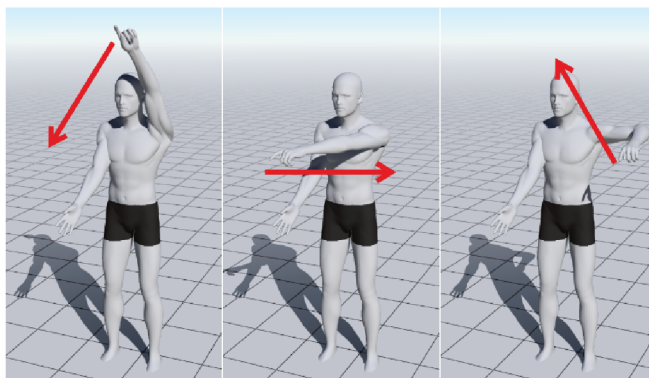


Figura 3 – Gesto representativo do conceito triângulo.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Observamos que, em ambas as oficinas, o objeto triângulo foi representado pelo gesto de desenho no ar. Aparentemente, seria mais simples representar tal ente geométrico flexionando os dedos (Figura 4), como relatado em Pier *et al.* (2019). Porém, esse tipo de representação não foi realizada. Acreditamos que isso se deve ao contexto do jogo, em que o gesto precisa ser visualizado por um grande número de expectadores.



Figura 4 – Gesto representativo do conceito triângulo.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Outro conceito selecionado foi o de vértice. Para representar esse ente geométrico, os alunos de ambas as oficinas utilizaram um gesto icônico estático (WALKINGTON *et al.*, 2014), seguido de um gesto dêitico (MCNEILL, 1992). Um exemplo de tais gestos é ilustrado na Figura 5.



Figura 5 – Gesto representativo do conceito vértice.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Em um primeiro movimento gestual, o aluno representou ângulo utilizando um dos braços, movimentando o antebraço e apontando para o cotovelo com a mão do outro. Esse gesto não foi suficiente para que a equipe entendesse o conceito, levando o participante a realizar o desenho de um polígono de quatro lados no ar, bem como apontar (gesto dêitico) para seus vértices (Figura 6). Ao realizar o gesto de apontar, a equipe entendeu sobre do que se tratava.

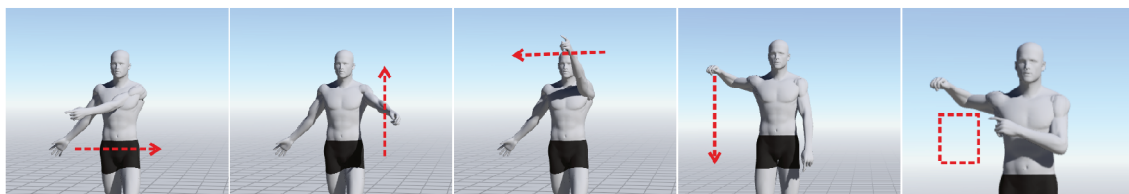


Figura 6 – Gesto representativo do conceito vértice.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Apesar do aluno utilizar, em ambas as oportunidades, um gesto icônico (estático) seguido de um gesto dêitico, consideramos o conjunto como um gesto dinâmico, pois ao unir ambos os gestos, foram realizadas transformações. Ou seja, em um primeiro momento o aluno informa a equipe que se trata de um elemento do ângulo e, em um segundo momento, utilizando a informação anterior, aponta para o elemento do ângulo em um novo contexto. Essa classificação está ancorada em Pier *et al.* (2014, p. 650), os quais afirmam que “os gestos dinâmicos estão intimamente relacionados ao uso de ações simuladas pelos alunos para representar vários casos e transformações fluídas entre entidades representadas”.

Salientamos que esse é um exemplo do que foi registrado em uma das oficinas, em um dos momentos em que a carta vértice foi sorteada no jogo.

O conceito de mediatriz foi recorrente em todas as rodadas registradas. Na oficina realizada no Ensino Médio, os alunos tiveram a necessidade de consultar o glossário, para ter certeza de que se tratava o conceito, realizando uma representação fiel para sua equipe acertar e pontuar para o grupo. Argumentamos que, por ser um conceito que exige o conhecimento de outros entes geométricos, a mediatriz (em todas as vezes em que foi sorteada) foi representada por gestos dinâmicos, muito semelhantes aos ilustrados na Figura 7.

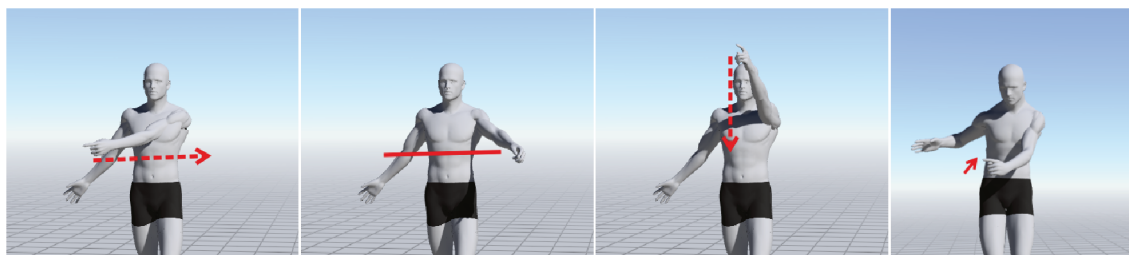


Figura 7 – Gesto representativo do conceito mediatriz.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Para representar a mediatriz, foram realizados gestos que indicavam uma cruz, por meio de dois movimentos, um na horizontal e outro na vertical. Tais movimentos simulavam

retas perpendiculares. Nesse caso, percebemos a transformação de um objeto geométrico (reta) em outro (reta perpendicular), indicando um gesto do tipo dinâmico. A indicação de mediatriz, na maioria das vezes, deu-se por meio do gesto de apontar para o “meio” da cruz desenhada no ar.

O conceito de volume, quando sorteado na Oficina 2 (para alunos do Ensino Médio), em ambas as vezes, foi representado por um gesto dentro do contexto geométrico. A Figura 8 ilustra um exemplo do ocorrido.

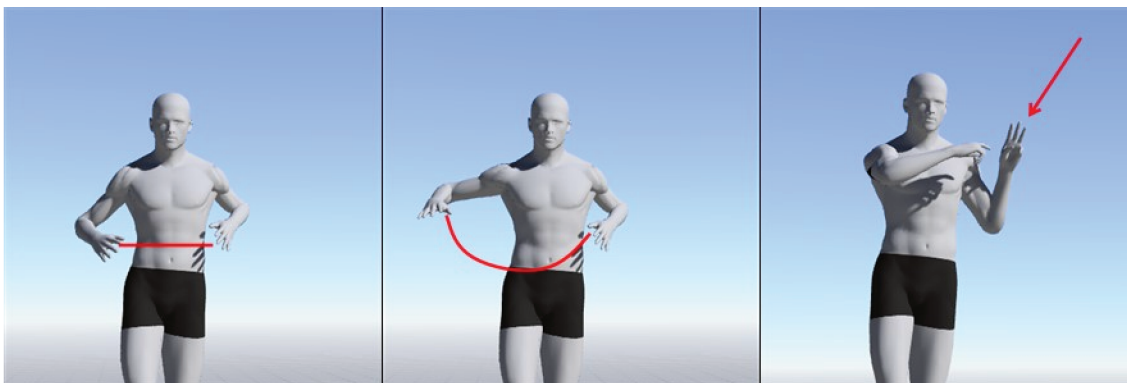


Figura 8 – Gesto representativo do conceito volume.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Nesse caso, os alunos simularam um determinado objeto no plano (círculo ou circunferência, polígono ou região poligonal) e, em seguida, expandiram esse objeto para o espaço, sinalizando que estavam pensando em algo de 3 dimensões. Logo, esse gesto foi classificado pelos investigadores como dinâmico, visto que passou a ideia de transformação de um objeto plano em um espacial.

Na Oficina 1 (alunos de graduação), esse conceito apareceu uma única vez, e sua representação gestual foi inusitada (Figura 9).

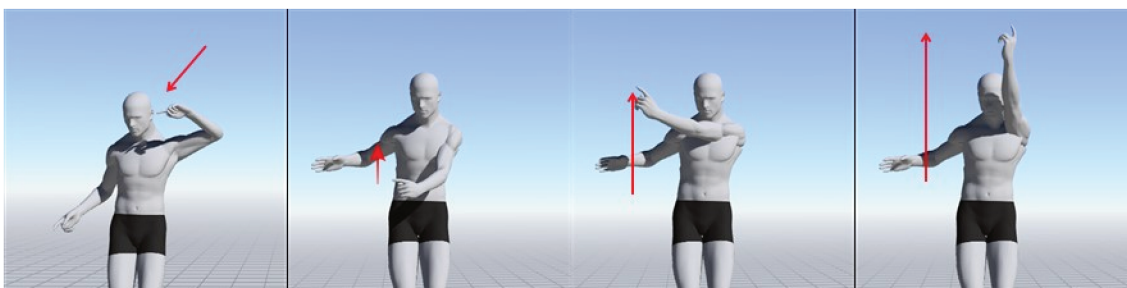


Figura 9 – Gesto representativo do conceito volume.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Em um primeiro momento o aluno, ao gesticular, apontou para a sua orelha, depois fez movimentos verticais com o braço, simulando subir e descer. Nesse caso, o gesto foi classificado como dinâmico, pois, ao sinalizar que baixava e levantava o volume, dava a ideia de transformação do objeto. Essa classificação de fato ocorreu, pois, conforme Walkington (2014), os gestos dinâmicos exibem um objeto matemático transformado a partir das possibilidades do corpo.

Ao pensar nos gestos que seriam realizados pelos estudantes para representar o conceito de grau, imaginávamos que os alunos utilizariam subterfúgios matemáticos, como girar ou fazer algum número e uma circunferência “em cima”. Porém, isso não ocorreu em nenhuma das duas oficinas. Na Oficina 1, esse conceito foi sorteado uma única vez e representado a partir de um gesto dêitico, seguido de um gesto dinâmico, imitando o que fora realizado para o conceito de volume. O aluno apontou para os seus óculos e movimentou os braços no sentido vertical, para baixo e para cima, dando a ideia de aumentar e diminuir, como ilustra a Figura 10.

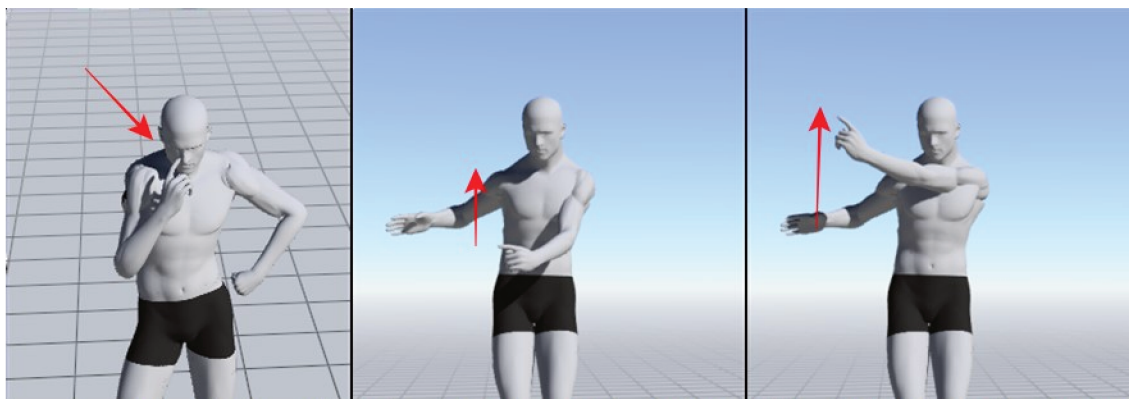


Figura 10 – Gesto representativo do conceito grau.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Na segunda oficina, o conceito de grau foi sorteado duas vezes. Em uma primeira rodada do jogo, o aluno gesticulou mostrando o dedo indicador para os colegas. Em seguida, levou-o até as axilas, sinalizando um pedido de tempo. Olhou para o dedo indicador e depois levou a mão até a testa, como ilustra a Figura 11.

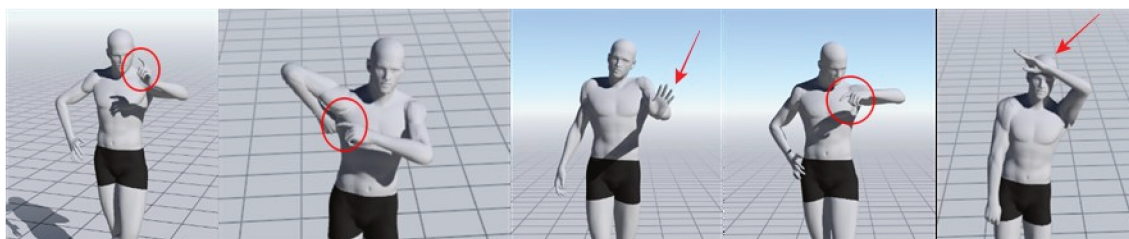


Figura 11 – articulando gesto para expressar o conceito de grau.

Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

Esse gesto foi considerado dinâmico, apesar de não ter havido transformação do objeto. Ele simulou a medição de febre e levou os colegas a pensarem em um termômetro e associarem o conceito matemático de grau a esse objeto.

O último gesto selecionado para fazer parte deste artigo (Figura 12) foi considerado o mais curioso entre todos os gestos produzidos durante as oficinas.

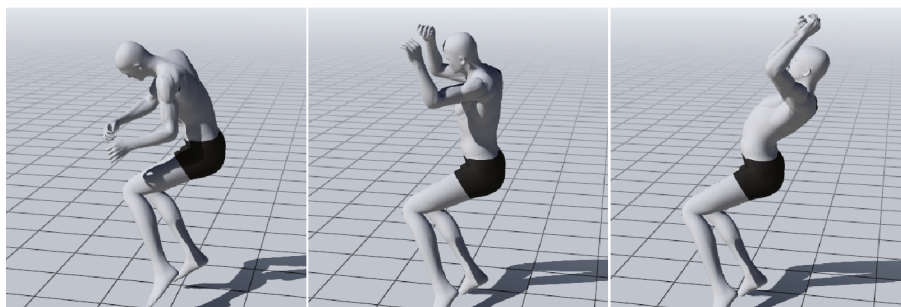


Figura 12 – articulando gesto para expressar o conceito de grau.
Fonte: os autores – produzido em <https://webapp.magicposer.com/>

A representação gestual foi realizada por um dos alunos na Oficina 2. Em um primeiro momento, o aluno aparentou estar em cima de um veículo de duas rodas (mãos nos guidons e joelhos flexionados). No momento posterior, simulou estar empinando tal veículo, primeiramente deixando suas costas retas, colocando as mãos sobre a cabeça e, depois, curvando as costas. O curioso foi que os seus colegas de equipe conseguiram, quase de forma imediata, associar esse gesto dinâmico ao conceito de grau, validando o que afirmou Kendon (1996) sobre o contexto no qual o grupo está inserido.

Conclusões

Acreditamos que o objetivo foi cumprido, na medida em que foram selecionados, dos 72 conceitos sorteados durante as duas oficinas, cinco noções geométricas que classificamos de acordo com o indicado por Walkington (2014).

Existiu, também, a necessidade de um aprofundamento teórico a respeito de como os gestos podem contribuir para o ensino de matemática. Dessa forma, foi realizada uma revisão de literatura sobre o tema. As investigações realizadas pelos autores citados nessa revisão ilustram que os alunos são capazes de expressar a compreensão de um novo conceito por meio de um gesto antes de serem capazes de expressá-lo na fala; isto é, o gesto parece ser um indicador de “prontidão para aprender” o novo conceito, conforme Goldin-Meadow (2005). A pesquisa descrita neste artigo, envolveu participantes que pensaram sobre conceitos geométricos e foram convidados a expressá-los através de um gesto, no contexto de um jogo. Observamos que os gestos foram usados como pistas de como os participantes estavam pensando sobre aspectos da geometria, o que nos levou a inferir que o gesto é uma modalidade de expressão complementar à fala.

Conforme indicado na introdução, aproveitamos o *corpus* de gestos produzidos para verificar como e quanto eles podem variar dependendo do contexto em que o sujeito está inserido. Concluímos, a partir da análise realizada, que essa variação ocorreu em alguns momentos, principalmente para os três elementos geométricos (triângulo, mediatriz e vértice). Para esses elementos, percebemos que o contexto do gesto é sempre dentro da própria matemática, ou seja, existe uma indicação de que os alunos não sentem necessidade de

procurar por outro argumento que não esteja restrito aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Já para os conceitos de volume e de grau, podemos observar que os alunos da Oficina 2, frequentando o 3º ano do Ensino Médio, buscaram referências dentro da própria matemática. Acreditamos que tal fato ocorreu porque é um assunto tratado nesse grau de escolaridade. Conforme foi salientado, o conceito de grau foi uma surpresa em termos de gestos representativos. Observamos que os alunos foram extremamente criativos e motivados para a realização deste tipo de jogo geométrico.

Para concluir, acreditamos que este trabalho apoia a descoberta de que educadores e pesquisadores podem avaliar o conhecimento dos alunos através de mais do que habilidades de fala e escrita, observando as mãos dos alunos (ALIBALI *et al.*, 2014) e reafirmando a importância dos gestos no ensino e na aprendizagem de matemática.

Referências

- ALIBALI, M. W.; NATHAN, M. J. Embodiment in mathematics teaching and learning: Evidence from learners' and teachers' gestures. *Journal of the learning sciences*, v. 21, n. 2, p. 247-286, 2012.
- ALIBALI, M. W., YOUNG, A. G., CROOKS, N. M., YEO, A., WOLFGRAM, M. S., LEDESMA, I. M., KNUTH, E. J. Students learn more when their teacher has learned to gesture effectively. *Gesture*, v. 13, n. 2, p. 210-233, 2013.
- ALIBALI, M. W., NATHAN, M. J., WOLFGRAM, M. S., CHURCH, R. B., JACOBS, S. A., JOHNSON MARTINEZ, C., & KNUTH, E. J. How teachers link ideas in mathematics instruction using speech and gesture: A corpus analysis. *Cognition and instruction*, v. 32, n. 1, p. 65-100, 2014.
- ARZARELLO, F.. Semiosis as a multimodal process. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME*, v. 9, n. Extraordinario 1, p. 267-299, 2006.
- ARZARELLO, F.; PAOLA, D.; ROBUTTI, O.; SABENA, C ARZARELLO. Gestures as semiotic resources in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, v. 70, n. 2, p. 97-109, 2009.
- BAUER, G.; GASKELL, G.; ALLUM, N.C. Qualidade, quantidade e interesse do conhecimento: evitando confusões. In: BAUER, M.W.; GASKELL, G. (orgs.) *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. 13. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015. p. 17-36.
- BUI, K. N.; HARMAN, R. Teaching Mathematics to English Learners: The Interplay Between Gestures and Discourse in Explaining Mathematical Concepts. In: *Handbook of Research on Assessment Practices and Pedagogical Models for Immigrant Students*. IGI Global, 2019. p. 18-40.
- COOK, S. W.; FRIEDMAN, H. S.; DUGGAN, K. A.; CUI, J.; POPESCU, V. Hand gesture and mathematics learning: lessons from an Avatar. *Cognitive science*, v. 41, n. 2, p. 518-535, 2017.

CONGDON, E. L., NOVACK, M. A.; BROOKS, N.; HEMANI-LOPEZ, N.; O'KEEFE, L.; GOLDIN-MEADOW, S. Better together: Simultaneous presentation of speech and gesture in math instruction supports generalization and retention. *Learning and instruction*, v. 50, p. 65-74, 2017.

CHEN, C.; HERBST, P. The interplay among gestures, discourse, and diagrams in students' geometrical reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, v. 83, n. 2, p. 285-307, 2013.

CHU, M.; KITA, S. The nature of gestures' beneficial role in spatial problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 140, n. 1, p. 102, 2011.

DALBERIO, O.; DALBERIO, M. C. B. *Metodologia científica: desafios e caminhos*. São Paulo: Paulus, 2009.

GONSALVES, E. P. *Iniciação à pesquisa científica*. 3. ed. Campinas: Alínea, 2003.

GÖKSUN, T.; GOLDIN-MEADOW, S.; NEWCOMBE, N.; SHIPLEY, T. Individual differences in mental rotation: what does gesture tell us? *Cognitive processing*, v. 14, n. 2, p. 153-162, 2013.

GOLDIN-MEADOW, S. *Hearing gesture: How our hands help us think*. Harvard University Press, 2005.

GOLDIN-MEADOW, S. Talking and thinking with our hands. *Current directions in psychological science*, v. 15, n. 1, p. 34-39, 2006.

HORD, C.; MARITA, S.; WALSH, J. B.; TOMARO, T. M.; GORDON, K.; SALDANHA, R. L. Teacher and Student Use of Gesture and Access to Secondary Mathematics for Students with Learning Disabilities: An Exploratory Study. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, v. 14, n. 2, p. 189-206, 2016.

HOSTETTER, A. B. When do gestures communicate? A meta-analysis. *Psychological bulletin*, v. 137, n. 2, p. 297, 2011.

KASTENS, K. A.; AGRAWAL, S.; LIBEN, L.S. Research methodologies in science education: The role of gestures in geoscience teaching and learning. *Journal of Geoscience Education*, v. 56, n. 4, p. 362-368, 2008.

KENDON, A. An agenda for gesture studies. *Semiotic review of books*, v. 7, n. 3, p. 1-22, 1996.

KENDON, A. Gesticulation and speech: Two aspects of the process of utterance In Key MR (Ed.), *The relationship of verbal and nonverbal communication* (pp. 207-227). The Hague, Netherlands: Mouton, 1980.

LOIZOS, P. Video, filme e fotografias como documento de pesquisa. In: BAUER, M.W.; GASKELL, G. (orgs.) *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. 13. ed. Petropolis, RJ: Vozes, 2015. p.137-155.

KOUMOUTSAKIS, T., CHURCH, R. B., ALIBALI, M. W., SINGER, M., & AYMAN-NOLLEY, S. Gesture in instruction: Evidence from live and video lessons. *Journal of Nonverbal Behavior*, v. 40, n. 4, p. 301-315, 2016.

- KRESS, G. Sociolinguistics and social semiotics. In: *The Routledge companion to semiotics and linguistics*. Routledge, 2005. p. 82-98.
- MARTINS, I.; DE MORAIS, F.; SCHAAB, B.; JAQUES, P. Pedagogical Agent Gestures to Improve Learner Comprehension of Abstract Concepts in Hints. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, v. 12, n. 3, p. 65-75, 2016.
- MCNEILL, D. *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago press, 1992.
- MUNIZ, L. M.; ALBUQUERQUE, N. L. B.; SANTOS, S. I. F. Jogos de empresas como uma ferramenta lúdica no desenvolvimento de habilidades empresariais: um estudo de caso na engenharia de produção da UFAL In: *Anais do VIII SIMPROD*, 2016.
- NATHAN, M. J.; WALKINGTON, C.; BONCODDO, R.; PIER, E.; WILLIAMS, C. C.; ALIBALI, M. W. Actions speak louder with words: The roles of action and pedagogical language for grounding mathematical proof. *Learning and Instruction*, v. 33, p. 182-193, 2014.
- OTUMFUOR, B. A.; CARR, M. Teacher spatial skills are linked to differences in geometry instruction. *British Journal of Educational Psychology*, v. 87, n. 4, p. 683-699, 2017.
- PACHÊCO, F. F. F.; DA SILVA, A. S.; DE ARAÚJO, J. C.; DA SILVA, J. D. Identificando o conhecimento geométrico de alunos do 6º do ensino fundamental sobre triângulos. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 8, n. 1, p. 344-360, 2020.
- PIER, E.; WALKINGTON, C.; WILLIAMS, C.; BONCODDO, R.; WAALA, J.; ALIBALI, M. W.; NATHAN, M. J. *Hear what they say and watch what they do: predicting valid mathematical proofs using speech and gesture*. Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences, 2014.
- PIER, E. L.; WALKINGTON, C.; CLINTON, V.; BONCODDO, R.; WILLIAMS-PIERCE, C.; ALIBALI, M. W.; NATHAN, M. J. Embodied truths: How dynamic gestures and speech contribute to mathematical proof practices. *Contemporary Educational Psychology*, v. 58, p. 44-57, 2019.
- RICHLAND, L. E. Linking gestures: Cross-cultural variation during instructional analogies. *Cognition and Instruction*, v. 33, n. 4, p. 295-321, 2015.
- ROTH, W. Gestures: Their role in teaching and learning. *Review of educational research*, v. 71, n. 3, p. 365-392, 2001.
- SABENA, C. Multimodality and the Semiotic Bundle lens: A constructive resonance with the Theory of Objectification. *PNA*, v. 12, n. 4, p. 185-208, 2018.
- SINCLAIR, N.; BUSSI, M. G. B.; DE VILLIERS, M.; JONES, K.; KORTENKAMP, U.; LEUNG, A.; OWENS, K. Geometry education, including the use of new technologies: a survey of recent research. In: *PROCEEDINGS OF THE 13TH INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION*. Springer, Cham, 2017.
- SHAPIRO, L. *Embodied cognition*. Routledge, 2019.

SINGER, M. A.; GOLDIN-MEADOW, S. Children learn when their teacher's gestures and speech differ. *Psychological Science*, v. 16, n. 2, p. 85-89, 2005.

VALENZENO, L.; ALIBALI, M. W.; KLATZKY, R. Teachers' gestures facilitate students' learning: A lesson in symmetry. *Contemporary Educational Psychology*, v. 28, n. 2, p. 187-204, 2003.

WAKEFIELD, E.; NOVACK, M. A.; CONGDON, E. L.; FRANCONERI, S.; GOLDIN-MEADOW, S. Gesture helps learners learn, but not merely by guiding their visual attention. *Developmental science*, v. 21, n. 6, p. e12664, 2018.

WALKINGTON, C.; BONCODDO, R.; WILLIAMS, C.; NATHAN, M. J.; ALIBALI, M. W.; SIMON, E.; PIER, E. Being mathematical relations: Dynamic gestures support mathematical reasoning. *Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences*, 2014.

WALKINGTON, C.; WOODS, D.; NATHAN, M. J.; CHELULE, G.; WANG, M. Does restricting hand gestures impair mathematical reasoning?. *Learning and Instruction*, v. 64, p. 101225, 2019.

SOBRE OS AUTORES

JOSÉ CARLOS PINTO LEIVAS. Licenciado em Matemática pela Universidade Católica de Pelotas, especialista em Análise Matemática pela Universidade Federal de Pelotas, mestre em Matemática Pura e Aplicada pela Universidade Federal de Santa Catarina e doutorado em Educação (Matemática) pela Universidade Federal do Paraná. Professor titular aposentado da Universidade Federal do Rio Grande e atualmente atuando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana na cidade de Santa Maria – RS onde é líder do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geometria e editor da revista Vidya. No momento, está de diretor regional da SBEM-RS, gestão 2018-2021 e vice coordenador do GT4 – Ensino Superior da SBEM.

CARMEN VIEIRA MATHIAS. Possui graduação em Matemática Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria, mestrado e doutorado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fez estágio de pós-doutorado na Universidade Franciscana (UFN) sob orientação do prof. Dr. José Carlos Pinto Leivas. Atualmente é professora associada da Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de ensino de Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: tecnologias, geometria e ensino e aprendizagem de matemática. Participa desde 2018 do Grupo de Pesquisa em Ensino de Geometria - GEPGEO, na UFN <https://g3pgeo.wixsite.com/gepgeo>.

Recebido: 23 de junho de 2020.

Revisado: 22 de dezembro de 2020.

Aceito: 27 de fevereiro de 2021.