

Formação do professor para ensinar matemática com Realidade Aumentada: o que se mostra?

Carolina Cordeiro Batista¹

Universidade Estadual Paulista - UNESP

Rosa Monteiro Paulo²

Universidade Estadual Paulista - UNESP

RESUMO

Neste artigo, discute-se o que se mostra na vivência com professores de matemática da educação básica, participantes de um grupo de formação que explora um aplicativo de Realidade Aumentada. Os dados que subsidiam a escrita do texto compõem uma pesquisa de pós-doutorado em andamento. No grupo, participam cinco professores de matemática de uma escola pública de tempo integral de um município do interior do estado de São Paulo. As ações no grupo são orientadas por uma prática de formação conhecida por “estudo de aula” e a postura assumida – tanto na realização das ações quanto para a análise dos dados – é a fenomenológica. O que se destaca neste texto são os aspectos que se mostram nas vivências com o professor que se dispõe a conhecer a Realidade Aumentada, os modos de ele aprender com essa tecnologia e de se expressar com o movimento do corpo ao realizar explorações.

Palavras-chave: Educação Matemática; Estudo de Aula; Fenomenologia; GeoGebra AR.

Teacher formation to teach mathematics with Augmented Reality: what is shown?

ABSTRACT

This article discusses what is shown in the experience with basic education mathematics teachers, participants of a formation group that explores an Augmented Reality application. The data that subsidize the writing of the text make up a post-doctoral research in progress. Five mathematics teachers from a full-time public school in a city in the interior of the state of São Paulo participate in the group. The actions in the group are guided by a formation practice known as “lesson study” and the posture assumed - both in carrying out the actions and in analyzing the data - is the phenomenological one. What stands out in this text are the aspects that are shown in the experiences with the teacher who is willing to know Augmented Reality, the ways in which he learns with this technology and expresses himself with the movement of the body when carrying out explorations.

Keywords: Mathematics Education. Lesson Study. Phenomenology. GeoGebra AR.

¹Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Pós-doutoranda do Programa de Pós-Doutorado da UNESP, Guaratinguetá, São Paulo, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Expedicionário Dilermando de Oliveira Cornetti, 7, Portal das Colinas, Guaratinguetá, São Paulo, Brasil. CEP: 12516-260. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0923-647X>. E-mail: carolina.batista@unesp.br

²Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Professora Associada da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, São Paulo, Brasil. Endereço para correspondência: Rua dos Juazeiros, 350, Belvedere Clube dos Quinhentos, Guaratinguetá, São Paulo, Brasil. CEP: 12523-150. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9494-0359>. E-mail: rosa.paulo@unesp.br

Formación del profesorado para enseñar matemáticas con Realidad Aumentada: ¿qué se muestra?

RESUMEN

Este artículo discute lo que se muestra en la experiencia con profesores de matemáticas de educación básica, participantes de un grupo de formación que explora una aplicación de Realidad Aumentada. Los datos que subvencionan la redacción del texto conforman una investigación posdoctoral en curso. Participan del grupo cinco profesores de matemáticas de una escuela pública de tiempo completo de una ciudad del interior del estado de São Paulo. Las acciones en el grupo están guiadas por una práctica formativa conocida como “estudio de clases” y la postura asumida - tanto en la realización de las acciones como en el análisis de los datos - es la fenomenológica. Lo que destaca en este texto son los aspectos que se muestran en las experiencias con el docente que está dispuesto a conocer la Realidad Aumentada, las formas en que aprende con esta tecnología y de expresarse con el movimiento del cuerpo cuando realizando exploraciones.

Palabras clave: Educación Matemática; Estudio de clases; Fenomenología; GeoGebra AR.

INTRODUÇÃO

O ritmo com que as tecnologias são desenvolvidas atualmente traz diversas novidades para as atividades rotineiras das pessoas. Dispositivos eletrônicos ficam cada vez mais baratos; há uma melhora na velocidade de comunicação; e novos aplicativos tornam-se disponíveis, viabilizando diversos tipos de “aplicações [como a Realidade Aumentada – RA] que antes só existiam em ambientes acadêmicos, de pesquisa ou industriais, baseados em plataformas sofisticadas” (TORI; HOUNSELL, 2020, p. 30).

As práticas com a RA no contexto educacional são incentivadas em diversos trabalhos que apontam, dentre outros fatores, a motivação dos alunos e o favorecimento da compreensão acerca dos conteúdos acadêmicos. Ao mesmo tempo, há pesquisas que alertam para os possíveis problemas na implementação e condução dessas práticas, devido, por exemplo, à dificuldade dos professores em elaborar tarefas com essa tecnologia (LOPES *et al.*, 2019).

Com a intenção de discutir possíveis práticas de ensino de matemática na educação básica com uma tecnologia RA, está sendo realizada uma pesquisa de pós-doutorado³ orientada pela questão: *como o professor de matemática da educação básica constitui conhecimento para ensinar, sendo professor com tecnologia de Realidade Aumentada?* Para se dar conta do interrogado, constituiu-se um grupo de estudo de aula junto a cinco professores de matemática de uma escola de tempo integral.

O estudo de aula é uma prática de formação de professores conduzida, de modo geral, por ciclos de trabalho que se organizam com as seguintes etapas: a definição de um tema; o planejamento de aulas acerca do que foi selecionado; a condução dessas aulas por um professor

³ Pesquisa realizada com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil (processo nº 151812/2022-5), na forma de bolsa de pós-doutorado Junior à primeira autora deste texto, Carolina Cordeiro Batista, e supervisionada pela coautora, Rosa Monteiro Paulo. O título do projeto aprovado é “A Constituição de Conhecimento do Professor de Matemática em Forma/ação com Realidade Aumentada”. Sua realização foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus Bauru, número do parecer 5.619.452, de 1º/9/2022.

escolhido entre os membros do grupo; e a análise da experiência vivida. Pode, ainda, dependendo dos conhecimentos discutidos na análise da aula, acrescentar outra etapa na qual elabora-se um novo planejamento para que, em seguida, a aula seja novamente realizada e discutida no grupo (RICHIT; PONTE, 2020; LEWIS; PERRY, 2015).

Neste texto, apresentaremos um recorte dos dois primeiros encontros do grupo, para destacar: *quais aspectos se mostram nas primeiras vivências dos professores da educação básica com a RA?* Entretanto, antes de trazer a vivência com os professores, abordaremos o modo pelo qual se compreende a tecnologia RA e sua potencialidade para a realização de práticas no contexto educacional. Na sequência, apresentaremos os aspectos metodológicos da pesquisa e as discussões dos professores enquanto se envolviam com as explorações de um aplicativo de RA.

REALIDADE AUMENTADA: NOVOS HORIZONTES PARA O TRABALHO EM SALA DE AULA

De acordo com Tori e Hounsell (2020, p. 31), a RA “enriquece o ambiente físico com objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos reais e virtuais”. Isso significa se tratar de uma tecnologia que possibilita a construção de objetos virtuais que podem ser projetados em um espaço no qual seu usuário se encontra, de modo que os elementos virtuais possam ser vistos junto aos objetos físicos do ambiente.

Uma diferença em relação às tecnologias de realidade virtual, nas quais as explorações se restringem à tela do dispositivo eletrônico – havendo, portanto, uma abstração do ambiente local –, é que a RA, ao permitir que as construções realizadas virtualmente possam ser transportadas para o ambiente, mantém suas referências em relação à realidade mundana (TORI; HOUNSELL, 2020). Com isso, abre-se um horizonte de explorações distintas em relação às demais tecnologias.

Nesse sentido, Bulla e Rosa (2017) afirmam que a RA modifica tanto o contexto da realidade virtual quanto o da realidade mundana, pois insere, nesta última, objetos que possuem uma materialidade distinta, de modo que “o usuário possa interagir com o mundo e os elementos virtuais, de maneira mais natural e intuitiva sem necessidade de treinamento ou adaptação” (TORI; HOUNSELL, 2020, p. 31).

Relativamente às interações com RA, Tori e Hounsell (2020) afirmam que, além daquelas passíveis de serem feitas com os elementos reais presentes no ambiente – cadeiras, mesas, lousa etc. –, outras possibilidades de exploração são abertas para que os objetos virtuais possam ser tocados, selecionados, movidos etc., seja por meio de dispositivos de interação que

superam limitações físicas, com o toque das mãos na tela do dispositivo eletrônico ou pelo movimento do usuário.

A exploração de objetos virtuais por meio do movimento do usuário é um aspecto que merece destaque na discussão acerca da RA. O usuário move-se com seu corpo, que, conforme o compreendemos em uma perspectiva fenomenológica, é entendido como corpo-próprio que “está no mundo assim como o coração no organismo; ele mantém o espetáculo visível continuamente em vida, anima-o interiormente, forma com ele um sistema (MERLEAU-PONTY, 2018, p. 274). Isso significa que o corpo não é um objeto que coexiste entre outros elementos, pois é ele que percebe o mundo, é nele que o movimento é compreendido (SANTOS JUNIOR, 2017).

O corpo-próprio é espacialidade e esta não é uma qualidade do corpo. Heidegger (1995) nos diz que a espacialidade tem a ver com a proximidade, com o que está à mão e ele denomina de “manualidade”. Essa proximidade não é uma distância métrica, mas antes uma familiaridade com algo que permite determinar quão perto algo nos é e em que direção é acessível. Dizemos, com Merleau-Ponty (2018), que o corpo-próprio percebe o mundo de acordo com certa perspectiva e responde ao mundo movendo-se nele, movendo objetos e, portanto, é também um espaço expressivo (SANTOS JUNIOR, 2017). Com a RA, as ações são vividas no corpo-próprio que, na experiência, familiariza-se com os objetos que explora e a eles se direciona.

Vale destacar que “a experiência, como horizonte originário de doação de sentido, não é pensada por Husserl como a experiência de uma ‘consciência-fantasma’ ou uma mente desencarnada, mas como experiência que se desenvolve também corporalmente” (BARCO, 2012), portanto, vivência. A pessoa que realiza explorações com o aplicativo de RA se expressa movendo seu corpo, se direciona, elege perspectivas para ver os objetos virtuais ao mesmo tempo em que o visto instiga novas ações. O “mundo” em que os objetos virtuais e reais coexistem é percebido, pois a percepção não é uma representação do mundo, trata-se de uma abertura para o visível (CAMINHA, 2014).

O ato de tocar com a RA, de acordo com Schuster e Rosa (2021),

não se refere ao contato físico/biológico, no sentido do tato. Tocar, no contexto da RA, refere-se a visualizar de maneira sobreposta, de modo que possamos manipular o objeto virtual utilizando o nosso corpo biologicamente encarnado, mas sem a possibilidade de descrever a textura do que tocamos (SCHUSTER; ROSA, 2021, p. 132).

Ou seja, nas interações com RA, mesmo que não se possa “sentir” a textura dos objetos virtuais como “sentimos” – por exemplo, o quão liso ou áspero é o encosto da cadeira quando

o tocamos com as mãos ou sentir o seu atrito com o chão pelo barulho que se faz quando tentamos arrastá-la –, ao mover nosso corpo, direcionando-nos aos objetos virtuais, “sentimos” a mão tocando uma curva, o pé pisando sobre a aresta de um cubo ou o corpo dentro de uma pirâmide. Esse “sentir” não é da ordem do tato, mas também não é intelectual. O corpo “é um objeto *sensível* a todos os outros, que ressoa para todos os sons, vibra para todas as cores”, e com ele “podemos ‘frequentar’ este mundo, ‘compreendê-lo’ e encontrar uma significação para ele” (MERLEAU-PONTY, 2018, p. 317, grifos do autor).

Quando nosso corpo é visto como uma imagem sobreposta aos objetos virtuais, tendo como plano de fundo o ambiente mundano, percebemos esses objetos, pois estamos *com* eles. Trata-se de uma imersão na qual, “embora estejamos em uma composição, nos sentimos ‘investindo na aventura’” (SCHUSTER; ROSA, 2021, p. 132, grifo do autor) e os objetos virtuais tornam-se reais e presentes no ambiente (FERREIRA, 2018).

Considerando as possibilidades que se abrem com a RA, procura-se favorecer interações nas quais não seja preciso distinguir o real e o virtual ou mesmo que essa diferença não represente um empecilho para as explorações. A busca pela naturalidade nessas interações é, então, uma importante característica que pode ser entendida como uma vantagem, mas também como uma dificuldade a ser superada nesse tipo de tecnologia (TORI; HOUNSELL, 2020).

Outro aspecto a ser destacado é que, embora a RA tenha se tornado mundialmente popular com a criação de aplicativos como o Pokémon Go, criado em 2016 para *smartphones* (SCHUSTER; ROSA, 2021; FERREIRA, 2018), não se trata de uma tecnologia nova. Na década de 1990, a RA passou a ser compreendida como um campo de pesquisa, mas, alguns anos antes, nos anos de 1960, foi utilizada pela primeira vez com o trabalho de Sutherland, que “usava um HMD transparente para apresentar gráficos 3D” (AZUMA *et al.*, 2001, p. 34, tradução nossa).

No contexto educacional, práticas com a RA são mais recentes. Um estudo realizado por Lopes *et al.* (2019), com 44 artigos publicados entre os anos de 2002 e 2017, aponta que as práticas de ensino e aprendizagem por meio da RA vem sendo realizadas em diversas áreas do conhecimento, por exemplo: Engenharia; Arquitetura; Física; Ciências da Saúde; dentre outras, assim como vêm sendo promovidas em contextos de formação de professores. Os autores apontam, nesses artigos, algumas práticas consideradas inovadoras e que são compreendidas como tendências para o contexto educacional, dentre elas, o trabalho por meio de dispositivos móveis; a aprendizagem por meio de jogos com RA; e o uso de livros com essa tecnologia.

Como aspectos positivos, Lopes *et al.* (2019) destacam o alto grau de interatividade da RA que pode favorecer a aprendizagem e a motivação dos alunos, tornando-os engajados e

dispostos à participação. Além de sua potencialidade para motivar os estudantes a participarem das tarefas em sala de aula e para oportunizar a compreensão de conteúdos, os autores também destacam que os professores demonstram disposição para realizar práticas com RA e reconhecem que há potencial didático no trabalho com essa tecnologia, por meio de dispositivos móveis.

No entanto, embora as pesquisas apontem que os professores reconhecem o potencial da RA para a aprendizagem dos alunos e se dispõem a ensinar com essa tecnologia, vale lembrar que há alguns obstáculos a serem superados. Por exemplo, Chatzopoulos *et al.* (2017 *apud* LOPES *et al.*, 2019) consideram que a falta de domínio dos aplicativos e a pouca familiaridade com os equipamentos podem ser um obstáculo que leve o docente a ter dificuldade para elaborar tarefas que sejam realizadas com RA. Assim, enfatizam a importância da formação de professores para ensinar com RA, de modo que o trabalho com tecnologias em suas aulas seja possível.

Outro argumento favorável à realização de práticas de formação voltadas ao trabalho com RA em sala de aula é apresentado por Bulla e Rosa (2017). Esses autores afirmam que, para que as práticas com tecnologias – mais especificamente com a RA – possam potencializar a constituição de conhecimento matemático do aluno, é preciso que sejam projetadas, implementadas e avaliadas. Em nossa proposta de formação, ações como essas estão sendo realizadas por meio do estudo de aula. Nesse ambiente de estudos e formação, as práticas são refletidas para que seja possível analisar o modo pelo qual essa tecnologia favorece o conhecimento do discente.

Esclarecido o modo pelo qual entendemos essa tecnologia, na sequência deste texto apresentamos o grupo de professores que está se envolvendo com o estudo de aula para dizer da forma como eles vivenciaram suas primeiras explorações com um aplicativo de RA.

METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Como dissemos, este texto traz aspectos de uma pesquisa de pós-doutorado para a qual foi constituído um grupo de estudos e formação com cinco professores de matemática de uma escola pública de tempo integral de um município do interior paulista. Para preservar a identidade dos participantes, usaremos os codinomes: Edith, Euclides, Logan, Luciana e Wanda.

Assumindo uma postura fenomenológica, nossa intenção é privilegiar a “descrição dos estados de consciência, o que significa dos atos vivenciais aos quais se está atento, percebendo-os em ação” (BICUDO, 2020, p. 117). Isso significa que buscamos pela descrição da

experiência vivida pelos professores tal qual ela se apresenta no contexto do grupo de formação. Isso que se mostra a eles é expresso e, portanto, constitui os dados de nossa análise.

A descrição volta-se para o que é expresso nos diálogos ocorridos à medida que os professores se envolvem nas ações propostas no grupo e buscam realizar e analisar práticas de ensino com RA. De acordo com Bicudo (2020, p. 118, grifo da autora), os dados produzidos nesse modo de pesquisar “são sempre *subjetivos*, pois são percepções de um sujeito para quem o mundo faz sentido, mas também são *intersubjetivos*, porque são sempre objetos intencionais; portanto, são fruto do movimento de expansão da consciência dirigida para... o mundo... o outro”. Assim, os dados trazem o sentido que o mundo percebido faz para cada um dos professores e para todo o grupo.

Os encontros realizados – seguindo as etapas do estudo de aula – tiveram início no mês de setembro de 2022 e, a princípio, foram previstos para serem realizados até o final do mês de abril de 2023. Esses encontros ocorrem com periodicidade semanal (exceto quando há outros compromissos agendados no calendário da escola), com cerca de duas horas-aula de duração e são realizados nas salas que esses professores ministram suas aulas. Até o mês de novembro de 2022, o grupo realizou um ciclo de estudo de aula, isto é, definiu um tema, planejou e realizou aulas sobre o assunto com seus alunos e retornou para analisar a experiência vivida. Para subsidiar a análise do que aconteceu na aula, assistiram a um vídeo elaborado pela pesquisadora, com recortes da atividade dos discentes. As tarefas – realizadas em uma turma de 9º ano do ensino fundamental e três turmas de 3º ano do ensino médio – tinham como tema a classificação de poliedros e corpos redondos.

Todos os professores conheciam e já haviam trabalhado com a versão clássica do GeoGebra. No entanto, a princípio, nenhum deles conhecia o GeoGebra AR⁴. Por esse motivo, os dois primeiros encontros do grupo foram destinados à exploração do aplicativo. Como as ferramentas eram as mesmas do GeoGebra Clássico e, portanto, já conhecidas pelos docentes, a pesquisadora optou por levar arquivos com construções prontas, para que eles se dedicassem às explorações com RA. Para todas as etapas do trabalho foram utilizados *IPads* adquiridos com recurso de um projeto da FAPESP⁵.

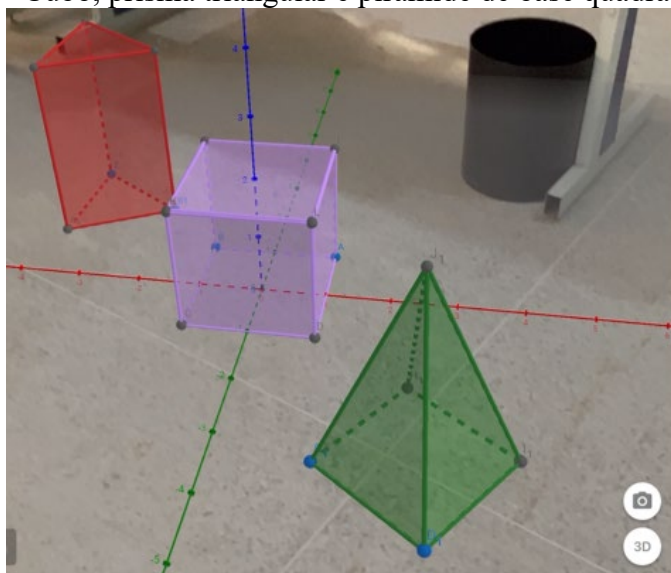
⁴ A funcionalidade de RA no aplicativo GeoGebra está disponível nas versões: GeoGebra *Augmented Reality*, se o sistema operacional for iOS; ou GeoGebra Calculadora 3D, disponível para os sistemas operacionais iOS e android. No caso deste último, são oferecidas as mesmas ferramentas disponíveis na janela de visualização 3D do GeoGebra Clássico, juntamente com uma funcionalidade, denominada de AR – abreviação do termo RA em inglês, isto é, *Augmented Reality* - que permite a exploração dos objetos virtuais em RA. Na pesquisa, optamos por trabalhar com o recurso de RA do aplicativo Geogebra Calculadora 3D, ao qual vamos nos referir como GeoGebra AR para fluência no texto.

⁵ Projeto nomeado de “A constituição do conhecimento matemático com Realidade Aumentada” (processo FAPESP 2019/16799-4), com vigência de novembro de 2019 a outubro de 2022.

Para este texto, focamos nos dois encontros iniciais ocorridos em 8 e 22⁶ de setembro de 2022, nos quais, além da familiarização com o aplicativo, o grupo iniciou o planejamento da aula, elencando práticas que, articuladas aos conteúdos previstos, pudessem ser trabalhadas com RA.

No primeiro encontro, o arquivo sugerido para a exploração do grupo continha três poliedros: um cubo, um prisma de base triangular e uma pirâmide de base quadrada, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Cubo, prisma triangular e pirâmide de base quadrada em RA.

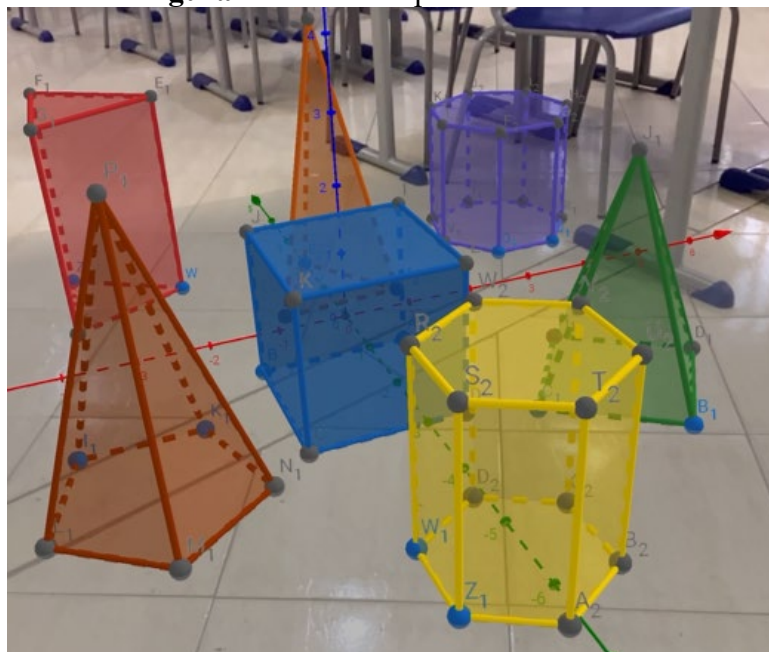


Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Para a exploração no segundo encontro, foram acrescentados mais quatro poliedros: dois prismas de bases hexagonal e heptagonal e duas pirâmides de bases triangular e pentagonal, que estão expostos na Figura 2.

⁶ No dia 15 de setembro não houve encontro.

Figura 2 - Prismas e pirâmides em RA.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Com as construções projetadas em RA e orientação da pesquisadora, os professores aumentaram e diminuíram o zoom, caminharam ao redor dos poliedros para vê-los sob perspectivas diversas, exploraram a forma planificada das construções e identificaram as habilidades que poderiam ser desenvolvidas e os conteúdos que poderiam ser trabalhados com essa tecnologia. Na próxima seção, apresentaremos aspectos que se mostraram significativos durante essas explorações.

O QUE SE MOSTROU NA VIVÊNCIA DOS PROFESSORES COM REALIDADE AUMENTADA?

Nas primeiras explorações com o GeoGebra AR destacaram-se diferentes modos de os professores se disporem a aprender com a RA. Embora cada participante tivesse seu próprio *IPad* em mãos para realizar as explorações, os diálogos mostram que os docentes compartilham suas explorações e “descobertas”, revelando um modo de *aprender junto ao outro* (BATISTA, 2021), no qual as ações constituem modos de ensinar com a RA. O trecho de uma conversa entre Wanda e Logan enquanto exploram a construção da Figura 1 expressa esse compartilhar.

Professora Wanda: Já entrou “debaixo” de um [poliedro]?

Professor Logan: Entrar embaixo? [...]

Professora Wanda: Você tem que colocar no meio ali da sala e aí você aumenta ele e “entra” [...] [nele] para você ver [a construção por dentro].

Nesse recorte, Wanda descobre como ampliar os poliedros para “entrar” neles e vê-los “por dentro”. Ela compartilha com Logan sua “descoberta” e lhe explica como fazer tal exploração. Conforme discutimos em Batista (2021), a disposição para *aprender junto ao outro* constitui um cenário em que experiências e ideias podem ser compartilhadas, dando aos professores maior segurança para avançar nas explorações e experimentar práticas diferenciadas de ensino. No grupo, esse modo de estar com o outro foi importante para a análise das possibilidades de ensinar com a RA, e fundamental para que os docentes compreendessem o sentido das práticas colaborativas, uma atitude que representa a “disposição [do professor] de não permanecer como expectador e seu desejo de deixar algo de si naquilo que faz e de renovar-se à medida que se atualiza no seu processo de tornar-se” (HIRATSUKA, 2003, p. 389).

Esse processo de tornar-se professor com uma tecnologia de RA, fazendo explorações como a que permite “entrar” no poliedro, destaca uma importante característica da RA para a constituição de conhecimento matemático. Entende-se que a RA, assim como outras tecnologias de geometria dinâmica, possibilita ver uma construção a partir de perspectivas diversas, avançando para além do que pode ser visto na lousa ou no papel, nos quais as construções são estáticas e revelam uma única perspectiva, geralmente a eleita pelo professor. Com a RA, além da dinamicidade das construções, as explorações não se restringem ao que pode ser visto na tela do computador, do *smartphone* ou do *tablet*.

Há uma dinamicidade que revela as partes da construção e que não está no objeto construído, mas no movimento do corpo daquele que realiza a exploração, na mobilidade da pessoa que, com o *smartphone* nas mãos, move-se para eleger a “melhor” perspectiva. O professor Logan, por exemplo, ressalta tal característica em uma de suas afirmações:

Professor Logan: *Como é que arrasta mesmo [prismas e pirâmides]? Ah não, ele não arrasta, ele é fixo, tem que arrastar a câmera, você que tem que se movimentar.*

Na tentativa de mover um dos poliedros, ele vê que a construção está fixada, isto é, não pode ser movida apenas com o toque das mãos. O professor identifica que, para ver em outra posição, terá que mover-se ao redor da construção que vê projetada.

Os docentes, ao se darem conta do modo pelo qual as explorações são possíveis com a RA, dispõem-se para *aprender a se mover* na busca por perspectivas mais favoráveis à visualização. Aprenderam que podem “entrar” em uma pirâmide para vê-la “por dentro”, posicionar-se sobre a base de um cubo ou abaixo dele, observar os pés sobre as arestas de um prisma etc., ou seja, lançaram-se às explorações para que o objeto não se limitasse à forma pela

qual a construção poderia ser movida ou ao quanto ela poderia ser ampliada. O ambiente de sala de aula em que estavam era o “universo” no qual o docente poderia se mover para explorar, devendo *direcionar-se* conforme o que era importante ver. Instaurava-se um espaço investigativo no qual a visão “decorre dos movimentos do corpo que se posiciona para ver” (CAMINHA, 2014, p. 70), havendo uma experiência do corpo articulada aos seus movimentos.

A RA favoreceu aos professores compreender as características dos objetos geométricos, abrindo-lhes novas perspectivas à medida que, no movimento junto ao aplicativo, viram seu corpo lançado ao mundo em que os objetos virtuais coexistiam junto às pessoas, à lousa, às mesas, às carteiras etc. Mas seu corpo é corpo-próprio, que não é matéria inerte colocada diante de um espetáculo cultural, é corpo vivo pelo qual experienciamos, vivemos a cultura, a história, percebemos e nos engajamos em ações (BICUDO, 2022).

Os professores identificam que, com a RA, o movimento do corpo é fundamental para fazer ver:

Professora Luciana: [no trabalho com a RA] *tem de ficar andando* [ao redor das construções], *porque senão não vai usar isso aqui [RA], não é?*

Professor Euclides: *Já andei pra caramba aqui* [para explorar a construção].

Os objetos tornam-se visíveis mediante as explorações realizadas. Caminha (2014, p. 66) afirma que “a experiência da visão não é fruto de um olhar que se paralisa atentamente diante de um objeto visível. O corpo que vê é capaz de motricidade que opera movimentos que se lança para ver as diferentes facetas daquilo que é visível”. Entendemos que, com a RA, *aprender a se mover* é aprender a se posicionar com o dispositivo em mãos, buscando por perspectivas nas quais o tipo de polígono que constitui a base do poliedro possa ser identificado, as faces laterais possam ser contadas, as diagonais do cubo e de suas faces reconhecidas, dentre inúmeras possibilidades às quais nos dirigimos para investigar.

Há, nessas explorações, um querer mover-se em direção a alguma característica e, portanto, uma intencionalidade que se revela nos movimentos feitos, confundindo-se às ações realizadas pelo corpo (BARCO, 2012). Destaca-se que a expressão, por meio de movimentos corporais, não é uma prática comum nas aulas de matemática e identificar os modos pelos quais as explorações poderiam ser feitas nesse cenário constituiu, a princípio, um desafio para os professores.

Ao mesmo tempo em que eles aprendiam a se mover junto aos objetos virtuais, o movimento intencionado mostrou-se articulado à preocupação em identificar quais dessas ações

poderiam ser realizadas pelos alunos em sala de aula. Tal atitude foi interpretada como uma disposição em *aprender para ensinar* (BATISTA, 2021). Observe o que diz Luciana:

Professora Luciana: *Olha lá, agora deu [fez a projeção do cubo em RA, ampliou, andou ao redor]. Ai, a ideia é fazer isso com o aluno, não é? Ai ele [aluno] vai ver [a construção], pode até “entrar” nele [cubo].*

A fala da participante mostra uma preocupação com o aluno que é própria do ser professor, demonstrando empenho em levar sua turma a conhecer algo relevante e que já conhece ou possui certo domínio, de modo que o ensinar é sempre um ato voltado para o outro (BICUDO, 1987).

A preocupação em *aprender para ensinar* também se estendeu aos tipos de conteúdos que poderiam ser explorados com a RA:

Professor Logan: *O cara [aluno] conta vértice, conta aresta, fórmula de Euler, não é?*

Professora Wanda: *Então, a gente pode começar com umas habilidades do 6º ano, trabalhar tipo vértices, arestas... na última aula falamos sobre isso.*

Professora Edith: *Não sei, pensei assim, da gente falar [...] do básico, qual a localização do ponto A no plano?*

Professora Wanda: *Onde fica o ângulo?*

Professora Wanda: *Interessante também é trabalhar a diferença de pirâmide e de cubo. Porque às vezes eles [alunos] confundem também o que que é um [...] é, os prismas e as pirâmides.*

Logan considera que a RA pode favorecer a contagem de vértices e arestas em uma aula sobre a relação de Euler. Wanda e Edith conversam a respeito de realizar um trabalho com conteúdos de localização de pontos no plano cartesiano ou de ângulos e, à medida que avançam nas explorações, Wanda também sugere a possibilidade de explorar as características de prismas e pirâmides, levando o estudante a identificarem aspectos que os diferenciam. Esses conteúdos estão previstos no currículo escolar, no entanto, embora se trate de assuntos familiares à rotina de trabalho do professor, eles se dão conta de que, com a RA, não basta conhecer as funcionalidades do GeoGebra AR para poder ensiná-los. O que eles tiveram que *aprender para ensinar* foi o modo de trabalhar com esses conteúdos, articulando-os à visualização e ao movimento do corpo.

Com Heidegger (1992, p. 96), entendemos que aprender é “um tomar e um apropriar-se, pelo qual o uso se torna objeto de apropriação. Uma tal apropriação acontece através do próprio uso”, sendo que nem sempre a apropriação leva ao aprender. Interpretando essa

afirmação no contexto da RA, compreende-se que um modo de se apropriar dessa tecnologia somente para fazer uso dela, que não leve à aprendizagem de conteúdos matemáticos, é utilizá-la apenas para seguir passos que levem à construção de um prisma, por exemplo, ou para compreender modos de usar suas ferramentas.

Embora conhecer as funcionalidades do aplicativo seja importante para avançar no trabalho com os conteúdos, não é suficiente. As explorações com RA são orientadas a partir dos conteúdos matemáticos e do desejo de buscar por formas de favorecer a compreensão, como foi visto nas ações dos professores, levando a uma apropriação que se dá no uso da tecnologia e que pode levar ao aprendizado.

No desejo de querer aprender, os modos de explorar conteúdos matemáticos com a RA começaram a ser compreendidos, e na abertura ao outro – professor e pesquisador – puderam ser articulados para constituir formas de ensinar com a RA. A vivência nesse contexto mostrou que as ações vividas no movimento do corpo também modificam a maneira pela qual as interações com os objetos matemáticos são compreendidas.

Quando os professores disseram:

Professor Logan: *Tô dentro [do cubo]!*

Professor Euclides: *Tá pisando no meu cubo! [...] vai amassar meu cubo!*

interpretamos que, para eles, os objetos virtuais, ao serem projetados em RA e explorados junto a si, aos colegas, aos móveis da sala de aula etc., assumiram uma materialidade com a qual passaram a ser compreendidos como se estivessem fisicamente no ambiente, isto é, os professores se sentiram “entrando” nas construções, vendo-as junto ao seu corpo, tocando-as, conforme discutido por Schuster e Rosa (2021) e Ferreira (2018). Entendemos que isso acontece na experiência vivida, no sensível, pois sensação e percepção acontecem no corpo “que, ao coexistir com o sensível, o recria em si, e comunga com o modo de existir do sensível” (SANTOS JUNIOR, 2017, p. 16).

Ao estar com a RA, coexistimos com os objetos virtuais e, ao nos lançarmos às explorações, o objeto explorado faz sentido a partir das possibilidades que se abrem à percepção. Nisso, o corpo se posiciona para ver, pois “sem a exploração de meu olhar ou de minha mão, e antes que meu corpo se sincronize a ele, o sensível é apenas uma solicitação vaga” (MERLEAU-PONTY, 2018, p. 289). Ainda segundo o autor, o que é chamado de “sensação é apenas a mais simples das percepções e, enquanto modalidade da existência, ela não pode,

assim como nenhuma percepção, separar-se de um fundo que, enfim, é o mundo” (MERLEAU-PONTY, 2018, p. 324).

O mundo no qual as ações com a RA ocorreram constituiu-se como um espaço investigativo, de modo que os professores puderam caminhar, posicionando-se na busca por perspectivas que lhes dessem os objetos visíveis. A preocupação em favorecer a compreensão do aluno durante as explorações que poderiam fazer em suas aulas também se estendeu ao modo pelo qual poderiam organizar o “espaço” para possibilitar a visualização das construções.

Luciana, enquanto explorava os prismas e pirâmides (Figura 2), pergunta aos colegas se eles conseguem caminhar ao redor das figuras, e Edith sugeriu distanciá-las:

Professora Luciana: *Porque são vários [prismas e pirâmides]. Dá para andar entre eles de boa?*

Professora Edith: *Às vezes colocando um pouquinho mais distante uma da outra, já melhora [o movimento durante a exploração].*

Edith entende que é preciso “dar espaço”, o distanciar-se neste caso pode ser interpretado em dois sentidos: o movimento que afasta as construções uma da outra, mas também o movimento do corpo-próprio que precisa distanciar-se, isto é, eliminar o distante, abrindo espaço para poder ver.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência vivida junto ao grupo mostrou que, ao estar com a RA, os professores se envolvem com as explorações e se dispõem a compartilhar o visto. Se retomarmos a questão que orientou a escrita deste texto – *quais aspectos se mostram nas primeiras vivências dos professores da educação básica com a RA?* –, o que se mostra diz respeito aos modos de o professor aprender com essa tecnologia e às formas pelas quais ele interage com os objetos virtuais.

Relativamente aos modos de aprender, a pesquisa permite compreender que, no início da atividade, como ainda não conheciam as possibilidades que tinham para explorar, os professores compartilharam informações com os colegas para que juntos pudessem entender o aplicativo e construir modos de ensinar com a RA. O *aprender junto ao outro* mostrou-se como uma rede de apoio para que se sentissem mais seguros para avançar nesse processo de constituição de conhecimento.

À medida que se familiarizavam com e entendiam que a RA abria possibilidades distintas de exploração, viram que seria preciso *aprender a se mover* para, com o aplicativo,

buscar perspectivas que favorecessem a visualização e a identificação de características das construções. Esse modo de aprender também trouxe uma nova maneira de expressão, aquela que se dá por meio do movimento do corpo.

Abrindo-se ao colega e dispondo-se a se mover, os professores entenderam que deveriam buscar por maneiras distintas de ensinar conteúdos que lhes eram familiares, articulando-os à visão dada pelo movimento do corpo. Isso se constituiu em um desafio que orientou as ações para *(re)aprender para ensinar* o seu aluno.

A pesquisa também mostrou que, conforme se lançava às explorações e avançava na compreensão das características dos objetos virtuais, o docente passou a “sentir” que podia “andar” entre os poliedros, “pisar” no cubo, “entrar” nas construções etc. Com a RA, os objetos virtuais não são interpretados da mesma forma que uma representação na tela do dispositivo eletrônico; eles são sentidos, tornam-se parte do ambiente. Isso também levou os professores a buscarem por modos de favorecer as interações dos alunos, organizando o “espaço investigativo” e preocupando-se com o movimento do corpo. O docente se movimenta com o *IPad* nas mãos para ver, mas o objeto em RA não se move; o movimento é do corpo-próprio; é nele que o objeto se *mostra*.

Para finalizar, destaca-se que a pesquisa ainda está em andamento, e o grupo continua seu processo de formação. No entanto, já se revelam aspectos importantes dos modos pelos quais os professores darão continuidade à constituição de conhecimento para ensinar com RA.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil (processo nº 151812/2022-5) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil (processo FAPESP 2019/16799-4).

REFERÊNCIAS

AZUMA, R. *et al.* Recent advances in augmented reality. Computer graphics and applications, **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 21, n. 6, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/3208983_Recent_advances_in_augmented_reality_IEEE_Comput_Graphics_Appl Acesso em: 20 jun. 2023.

BARCO, A. P. A. Concepção Husserliana de Corporeidade: a distinção fenomenológica entre corpo-próprio e corpos inanimados. **Synesis**, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2012. Disponível em: https://digitalis-dsp.uc.pt/bitstream/10316.2/32973/1/SN4-2_artigo1.pdf Acesso em: 24 jun. 2023.

BATISTA, C. C. **Perceber-se professor de matemática com tecnologia no movimento de forma/ação**. 2021. 258f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/215834> Acesso em: 20 maio 2023.

BICUDO, M. A. V. Corpo vivente: centro de orientação eu-mundo-outro. **Médica Review**, v. 10, n. 2, p. 119-135, 2022. <https://doi.org/10.37467/revmedica.v10.3337>.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020, p. 107-119.

BICUDO, M. A. V. O Professor de matemática nas escolas de 1º e 2º graus. In: BICUDO, M.A.V. (Org.). **Educação Matemática**. São Paulo: Moraes, 1987, p. 45-57.

BULLA, F. D; ROSA, M. O design de tarefas-matemáticas-com-realidade-aumentada: uma autorreflexão sobre o processo. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 2, p. 296-319, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/217826> Acesso em: 24 abr. 2023.

CAMINHA, I. O. A cegueira da visão segundo Merleau-Ponty. **Revista Estudos Filosóficos**, n. 13, p. 63-72, 2014. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/revistaestudosfilosoficos/art5%20rev13.pdf> Acesso em: 20 abr. 2023.

FERREIRA, H. S. **O uso de software e seu impacto no tipo de resolução de exercícios de geometria**. 2018. 66f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Unidade Acadêmica Especial de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2018. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9272> Acesso em: 20 maio 2023.

HEIDEGGER, M. **Que é uma coisa?** Doutrina de Kant dos Princípios Transcendentais. Tradução Carlos Morujão. Lisboa: Edições 70, 1992.

HEIDEGGER, M. **Ser e Tempo**. Tradução de Márcia de Sá Cavalcante. 5. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1995.

HIRATSUKA, P. I. **A vivência da experiência da mudança da prática de ensino de matemática**. 2003. 483f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101984> Acesso em: 20 mar. 2023.

LEWIS, C.; PERRY R. R. A Randomized trial of Lesson Study with Mathematical Resource Kits: Analysis of Impact on Teachers’ Beliefs and learning Community. **Research in Mathematics Education**. p. 133-158, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283837322_A_Randomized_Trial_of_Lesson_Study_with_Mathematical_Resource_Kits_Analysis_of_Impact_on_Teachers'_Beliefs_and_Learning_Community Acesso em: 12 jun. 2023.

LOPES, L. M. D. *et al.* Inovações educacionais com o uso de Realidade Aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**. v. 35, e197403, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/D8BG7VqVDPmYk3d5xmCJJyF/> Acesso em: 20 jun. 2023.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. Tradução Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2018.

RICHIT, A.; PONTE, J. P. Conhecimentos Profissionais evidenciados em Estudos de Aula na perspectiva de Professores Participantes. **Educação em Revista**. v. 36, p. 1-29. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/FDGkVgwypHb4VX53m9nGWfw/?lang=pt> Acesso em: 20 dez. 2022.

SANTOS JUNIOR, I. F. **O Corpo como “Texto-Vivo”**: a noção de corpo- próprio de Merleau-Ponty em interface com a obra *Mulheres de cinzas*, de Mia Couto. 2017. 42 f. Monografia (Bacharelado em Filosofia) - Instituto de Filosofia e Teologia Dom João Resende Costa, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/36401870/O_CORPO_COMO_TEXTO_VIVO_a_no%C3%A7%C3%A3o_de_corpo_pr%C3%B3prio_de_Merleau_Ponty_em_interface_com_a_obra_Mulheres_de_cinzas_de_Mia_Couto Acesso em: 20 jun. 2023.

SCHUSTER, P. E. S; ROSA, M. Realidade Aumentada e a Cyberformação de uma Professora de Matemática: Pontos Críticos de Funções de Duas Variáveis. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática - JIEEM**. v. 14, n. 2, p. 130-141. 2021. Disponível em: <https://jieem.pgsskroton.com.br/article/view/9128> Acesso em: 20 dez. 2022.

TORI, R.; HOUNSELL, M. da S. (Org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/view/66/291/540-1> Acesso em: 20 jun. 2023.