

**REFLEXÃO SOBRE RELAÇÕES ESPACIAIS E SEU ENSINO NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: UM ESTUDO COM O MOUSE ROBOT***A REFLECTION ON SPATIAL RELATIONS AND THEIR TEACHING IN
INITIAL TEACHER EDUCATION: A STUDY WITH THE ROBOT MOUSE**UNA REFLEXIÓN SOBRE LAS RELACIONES ESPACIALES Y SU ENSEÑANZA EN
LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE: UN ESTUDIO CON EL RATÓN ROBOT***REGIANE SILVA DE ALMEIDA¹**
ANGELICA DA FONTOURA GARCIA SILVA²**RESUMO**

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa que analisou conhecimentos profissionais relacionados ao ensino das Relações Espaciais explicitados em um processo formativo com futuros professores. Utilizando atividades práticas com o Mouse Robot, um dispositivo educacional para programação de trajetórias, como catalisador da reflexão, a pesquisa incorporou o Marco Teórico de Shulman, especialmente o conhecimento do conteúdo. Os resultados revelaram discussões nos grupos durante a tarefa, ressaltando a necessidade de compreender a lateralidade do objeto em movimento. A Discussão Coletiva destacou o valor das setas como recurso visual e validou as representações expostas. As percepções das participantes evidenciaram a ampliação do entendimento da lateralidade e sua aplicação prática. A vivência promoveu a reflexão sobre a importância de atividades práticas aos alunos. A análise dos episódios reconheceu a contribuição do recurso para a formação docente, sublinhando a importância do desenvolvimento das habilidades espaciais para ampliar conhecimentos pedagógicos e curriculares.

Palavras-chave: Formação de Professores; Conhecimento Profissional Docente; Reflexão sobre a prática; Habilidades Espaciais.

ABSTRACT

This article presents the results of qualitative research that analyzed professional knowledge related to the teaching of spatial relations explained in a formative process with pre-service teachers. Using practical activities with the Mouse Robot, an educational device for programming trajectories, as a catalyst for reflection, the research incorporated Shulman's theoretical framework, especially content knowledge. The results revealed group discussions during the task, highlighting the need to understand the laterality of the moving object. The collective discussion highlighted the value of arrows as a visual resource and validated the representations exposed. The participants' perceptions highlighted an expanding understanding of laterality and its practical application. The experience promoted reflection on the importance of practical activities for students. The analysis of the episodes recognized the contribution of the resource to teacher education, stressing the importance of developing spatial skills to expand pedagogical and curriculum knowledge.

Keywords: Teacher Education; Teaching Professional Knowledge; Spatial Skills.

1 Mestre em Educação Matemática. Prefeitura Municipal de São Vicente. E-mail: regiane.phk@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8992-8563>

2 Doutora em Educação Matemática. Professora do Programa de Pós-graduação em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias da Unopar. E-mail: angelicafontoura@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2435-9240>

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una investigación cualitativa que analizó conocimientos profesionales relacionados con la enseñanza de las relaciones espaciales explicados en un proceso formativo con profesores en formación. Utilizando actividades prácticas con el Robot Ratón, dispositivo educativo para la programación de trayectorias, como catalizador de la reflexión, la investigación incorporó el marco teórico de Shulman, especialmente el conocimiento de contenidos. Los resultados revelaron discusiones en grupos durante la tarea, destacando la necesidad de comprender la lateralidad del objeto en movimiento. La discusión colectiva destacó el valor de las flechas como recurso visual y validó las representaciones expuestas. Las percepciones de los participantes resaltaron una comprensión cada vez mayor de la lateralidad y su aplicación práctica. La experiencia promovió la reflexión sobre la importancia de las actividades prácticas para los estudiantes. El análisis de los episodios reconoció la contribución del recurso a la formación docente, destacando la importancia del desarrollo de habilidades espaciales para ampliar los conocimientos pedagógicos y curriculares.

Palabras clave: Formación Docente; Conocimiento Profesional Docente; Habilidades Espaciales.

INTRODUÇÃO

Ser capaz de localizar-se com o uso de um Global Positioning System³ (GPS), dar e pedir informações de uma localidade em via pública, orientar-se quanto a um destino em uma estação de metrô com auxílio do mapa das estações, ler a planta baixa de um apartamento e descrever as características de uma mesa quanto ao número de lados e posição da mesma em um ambiente, são habilidades desenvolvidas nas práticas sociais de qualquer indivíduo, cujo saber em jogo é o espaço.

Apoiados em Piaget e Inhelder (1948), pesquisas apontam que a orientação espacial da criança começa a se desenvolver a partir da percepção de que o seu corpo pode ser uma referência importante. Já na primeira infância (correspondente à faixa etária entre 0 a 6 anos de idade), tal processo é desenvolvido antes mesmo do ingresso na escola. Diante disso, consideramos importante diferenciar as noções de lateralização e lateralidade, conceitos centrais para o desenvolvimento das relações espaciais e amplamente abordados por Curi (2013), Godino (2010) e Piaget e Inhelder (1948).

A lateralização refere-se a uma predisposição natural que surge nas primeiras fases da vida, onde a criança desenvolve uma preferência pelo uso de um dos lados do corpo em atividades rotineiras, como por exemplo, escrever ou escovar os dentes com uso da mão esquerda. Esse conceito está ligado à dominância lateral (esquerda ou direita), que é determinada por fatores biológicos e é uma característica constante no indivíduo, independentemente do movimento ou posição espacial. Essa preferência não implica necessariamente em habilidades espaciais desenvolvidas, mas sim em uma predisposição neurológica que se manifesta de forma consistente.

A lateralidade, por outro lado, envolve a capacidade de diferenciar o lado direito de esquerdo em contextos espaciais e situacionais, tanto em relação ao próprio corpo quanto a objetos externos. Piaget e Inhelder (1948) descrevem a lateralidade como uma habilidade que não é inata, mas aprendida por meio da interação com o ambiente e com a prática. Ao contrário da lateralização, que é estável e determinada desde cedo, a lateralidade é uma habilidade que requer tempo e prática para ser plenamente adquirida, uma vez que a criança precisa compreender e aplicar conceitos de direção (direita e esquerda) em contextos variáveis, como ao descrever a posição de objetos ou ao observar uma imagem refletida no espelho, onde o lado direito do corpo corresponde ao lado esquerdo da imagem.

³ Global Positioning System, GPS.

O desenvolvimento de habilidades de lateralidade é fundamental para o progresso das relações espaciais, pois permite que a criança compreenda seu posicionamento no espaço em relação a outros objetos e pessoas. Segundo Curi (2013), essa habilidade de diferenciar e identificar direções é essencial para que a criança possa realizar ações complexas, como seguir instruções que envolvem mudanças de direção, o que é fundamental em atividades de alfabetização espacial e nas primeiras noções de geometria. Godino (2010) reforça que o desenvolvimento da lateralidade está diretamente ligado à capacidade de orientação espacial e à compreensão do espaço tridimensional, habilidades que são essenciais para a matemática e outras áreas do conhecimento.

O estudo do espaço está contemplado em diferentes áreas do ensino, como Educação Física, Arte, Geografia e Matemática. Nessa perspectiva, no âmbito da Matemática, compreender as relações espaciais é uma habilidade tão essencial quanto o dominar as operações com os diferentes conjuntos numéricos. Nota-se ainda que a abordagem desse saber é uma expectativa de aprendizagem presente nos currículos, inclusive no ciclo de Alfabetização Matemática para alunos dos três primeiros anos do Ensino Fundamental.

Nesse contexto, pesquisadores ligados à área de Ensino e, sobretudo, à Educação Matemática têm discutido sobre a relevância do processo de construção das Relações Espaciais desde os primeiros anos de escolaridade (Curi, 2013; Godino, 2010; Piaget; Inhelder, 1948). Da mesma forma, as orientações curriculares brasileiras e internacionais reconhecem a necessidade dessa construção (Brasil, 1997, 2012, 2018; NTCM, 2000).

De modo geral, as expectativas de aprendizagem apresentadas nesses currículos tratam de habilidades relacionadas à capacidade dos alunos em se localizarem e se movimentarem no espaço, fazendo uso da linguagem adequada, associadas às noções de esquerda e direita, representarem e descreverem um trajeto percorrido no interior de uma escola, por exemplo, indicando, nesse contexto, alguns elementos também pertencentes às noções ligadas ao domínio da Geometria. Em expectativas futuras, acreditamos que pensar geometricamente e ter tais habilidades, dentre outras, é um passo para o desenvolvimento da descrição de figuras quanto ao número de lados, ângulos etc., ou ainda de fazer uso da representação de uma coordenada diante do plano cartesiano. Vale destacar que esse objeto matemático, que antes era explorado apenas nos Anos Finais, com reforma da BNCC (Brasil, 2018), já se tornou um objeto de estudo com os alunos menores, ou seja, na fase de Alfabetização Matemática.

Para refletir sobre questões ligadas ao ensino, partimos da constatação da relevância de investigar essa temática em um processo formativo. Há mais de uma década, as autoras, Pires; Curi e Campos (2000) constataam a importância da abordagem dessa temática na formação de futuros professores, pois são esses profissionais que, na sala de aula, serão responsáveis por organizar, selecionar e conduzir da melhor forma tarefas e atividades práticas que favoreçam a aprendizagem na Alfabetização Matemática.

Dessa forma, consideramos ser importante desenvolver uma investigação que analise as contribuições dos estudos realizados com futuros professores, ainda no processo de formação do curso de Licenciatura em Pedagogia, abordando o ensino e as práticas voltados às Relações Espaciais. Nesse contexto, o presente artigo amplia as discussões dos dados obtidos para a construção da dissertação de mestrado da primeira autora (Almeida, 2024). Apresentamos aqui a análise dos dados coletados com um grupo de estudantes da Licenciatura em Matemática de uma faculdade particular do litoral do estado de São Paulo, que participou de um processo formativo que investigou questões ligadas às Relações Espaciais.

Aqui analisaremos os conhecimentos pertinentes às relações espaciais explicitados durante a vivência, discussão e reflexão coletiva de uma atividade prática que propunha a programação de uma trajetória desenvolvida em um material educacional denominado Mouse Robot.

MARCO TEÓRICO

Para a elaboração e análise da situação prática proposta, bem como a intervenção implementada nesta pesquisa, apoiamo-nos nas concepções de Shulman (1986). Esse pesquisador, desde o início da década de 1980, tornou-se referência na discussão acadêmica acerca dos conhecimentos profissionais para o ensino.

Shulman (1986) considerou três categorias: conhecimento específico do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular. Para o autor, o conhecimento específico do conteúdo refere-se ao conhecimento da disciplina pelo professor, conforme suas palavras:

Os professores não devem apenas ser capazes de definir para os alunos as verdades geralmente aceitas em determinado domínio. Eles também precisam saber explicar por que uma determinada proposição é considerada válida, por que vale a pena conhecê-la, e como se relaciona com outras proposições, dentro ou fora da disciplina, tanto na teoria quanto na prática. (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa).

Segundo Shulman (1986), o Conhecimento Pedagógico de conteúdo refere-se a uma “mistura especial” entre o conteúdo a ensinar e a pedagogia que pertence unicamente aos professores, e que constitui a sua forma especial de compreensão de como tópicos particulares, problemas ou temas são organizados, representados e adaptados aos interesses e capacidades dos alunos e disponibilizados para o ensino.

Já, o Conhecimento curricular é o conhecimento sobre as alternativas curriculares possíveis para o ensino, ou seja, é o conhecimento dos materiais curriculares alternativos para um determinado conteúdo (ou tópico), que inclui conhecimentos de teorias e princípios relacionados ao processo de ensino e aprendizagem (Shulman, 1986).

Sobre possibilidades do desenvolvimento de conhecimentos de professores durante a realização de processos formativos, nos pautamos nos estudos de Serrazina (1998, 1999, 2017). Já no final dos anos 1990, a autora reconhece que a ampliação de conhecimentos profissionais pode ocorrer à medida que os professores aprofundam suas reflexões, ocasionando maior “autoconfiança” e “elevado grau de conscientização”, o que favorece o reconhecimento de “[...] suas falhas e fraquezas e a assumir um forte desejo de ultrapassá-las” (Serrazina, 1999, p. 168).

Nesta investigação, analisaremos os conhecimentos profissionais específicos relacionados ao ensino das Relações Espaciais. Sob nosso ponto de vista, esse conhecimento envolve a compreensão do significado, tanto da lateralização, quanto da lateralidade, a capacidade do docente em representar e descrever trajetórias de maneiras diversas, fazendo uso de diferentes formas de registro e compreendendo suas implicações no contexto educacional.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, descrevemos separadamente os métodos adotados para a condução da pesquisa e os procedimentos pedagógicos aplicados durante as atividades formativas.

Metodologia da Pesquisa

Esta investigação, de natureza qualitativa, foi autorizada pela Comissão de Ética, sob o número CAEE: 63106122.1.0000.5493 parecer número 5.647.881. Ela foi realizada com dez estudantes de graduação em Matemática, do gênero feminino, as quais estão identificadas por P1, P2,..., P10 a fim de salvaguardar a identidade de cada participante da pesquisa.

A coleta de dados ocorreu durante duas sessões de formação, nas quais propusemos a vivência, discussão e reflexão coletiva sobre a programação de uma trajetória desenvolvida em um material educacional denominado Mouse Robot, o qual intitulamos como Jack, assim como a fabricante Learning Resources o apresenta.

Os dados foram coletados por meio de observação direta e registros das discussões e reflexões das participantes durante a atividade com o Mouse Robot. Para garantir uma análise detalhada das interações e reflexões, as discussões foram gravadas, transcritas e segmentadas em unidades de sentido, que posteriormente foram categorizadas. A análise foi conduzida com base na técnica de análise de conteúdo (Bardin, 1977), buscando identificar temas emergentes, como percepções sobre lateralidade e relações espaciais. Esta técnica permitiu organizar e interpretar as reflexões das participantes, captando padrões nas estratégias e nas dificuldades apresentadas.

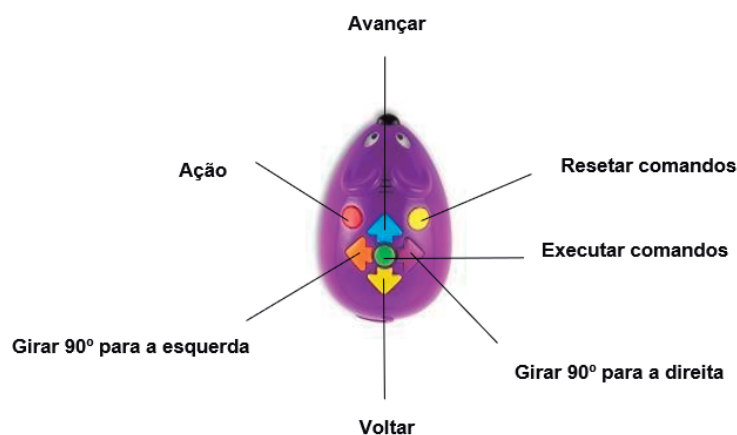
Metodologia de Ensino

Para o desenvolvimento das atividades formativas, utilizamos o Mouse Robot, Jack, um dispositivo com quatro setas coloridas representando diferentes comandos: Avançar (azul), Voltar (amarelo), Girar 90° para a direita (roxo), Girar 90° para a esquerda (laranja), Resetar a sequência programada (oval amarelo) e Executar o programa. É possível indicar um percurso de até 40 movimentos em sua memória e então ativá-lo no play (verde) para executar. Para cada passo avançado, Jack percorre 12,5 cm (5 polegadas), e sua estrutura na totalidade é de 10cm.

Há também um botão de Ação (oval vermelho), que fará com que o Jack execute aleatoriamente uma das três ações: (i) rolar para frente e para trás, (ii) dar um grito alto ou (iii) fazer pequenos ruídos e iluminação dos olhos, quando o faz ao encontrar a fatia de queijo, ou após concluir um percurso programado.

Indicamos, a seguir, na Figura 1, as setas utilizadas para o comando do Robô.

Figura 1 - Configuração do Mouse Robot.



Fonte: Adaptado da imagem de Learning Resources (2016).

Por fim, para programar, basta introduzir uma sequência de movimentos e clicar no Executar, o Rato emite um som semelhante ao de um ruído ao iniciar as ações, e quando as conclui, acende os olhos por três vezes e novamente emite um novo som. Jack, o robô, vem acompanhado de acessórios plásticos (grades, paredes de labirinto, túneis e uma fatia de queijo) pensados para construir os cenários pelos quais ele se moverá, partindo de um lugar qualquer, chegando ao queijo como objetivo da busca principal.

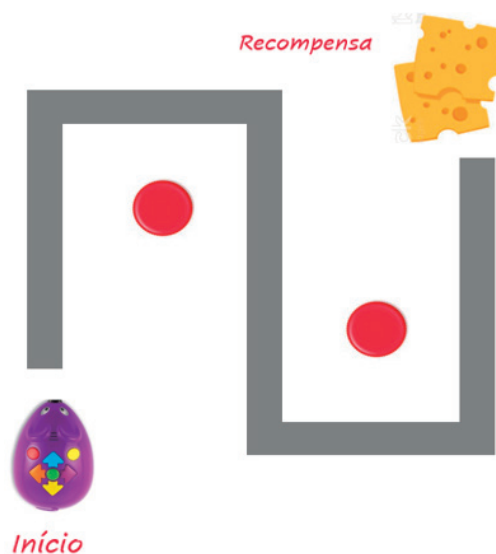
Neste estudo, no primeiro encontro, só utilizamos Jack (1) e o queijo (2). Já no segundo encontro, fizemos uso também das cartas (3) para discutir representações possíveis dos botões de ação do rato. Nosso objetivo, com essa Tarefa Prática, foi ampliar as discussões das participantes acerca das diferentes facetas das Relações Espaciais em uma situação dinâmica. O foco era vivenciar uma situação que focasse na movimentação no espaço, com maior ênfase na representação mental (antecipação de um trajeto), o que tem como principal desafio a habilidade de adotar um referencial único (do Rato Robô), a partir de todas as mudanças de posição que o objeto analisado fará no percurso desenvolvido.

Para a realização dos estudos coletivos com as futuras professoras, optamos por sugerir que elas se organizassem em grupos, uma vez que dispúnhamos de apenas um material manipulável (rato robô), e também porque nos parecia importante observar as estratégias adotadas pelas graduandas nos momentos de elaboração da proposta, com expectativa de captar as reflexões geradas durante jogo.

As dez futuras professoras, participantes da pesquisa, foram organizadas em três grupos: em dois trios - trio A: P2, P6 e P10 e trio B: P3, P7 e P8 - e um quarteto (Único) - P1, P5, P9 e P11. Segundo as participantes, a escolha pelos grupos deu-se de modo natural, pois elas preferiram reunir-se como já fazem em tarefas das disciplinas da graduação.

Em princípio, a tarefa consistia em programar o Rato Robô para que executasse o trajeto, conforme indicado na Figura 2. Isso coube à equipe do Quarteto Único. Depois de feita a tarefa inicial, essa equipe deveria registrar como transcorreu esse comando e apresentá-lo em um protocolo para que fosse entregue às outras equipes. Tal representação seria decodificada e executada no Mouse Robot pelas participantes das outras equipes. Ao final, as participantes discutiriam sobre o processo, coletivamente, em plenária.

Figura 2 - Tarefa Rato Robô.



Fonte: Elaborado pelas Pesquisadoras.

Considerando o espaço destinado a este artigo, apresentaremos aqui as discussões coletivas ocorridas nas sessões de formação a partir da elaboração do trajeto pelo quarteto (Único).

DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Num primeiro momento, proporcionamos a familiarização do grupo de participantes com o material educativo, como se vê na ilustração da Figura 02. Para tanto, apresentamos as configurações de comandos de Jack, conforme descrito no manual, sem, portanto, exibir ao grupo os recursos disponíveis que o acompanham (pista, túneis, carta para programação), por considerarmos que pretendíamos analisar a produção de seus registros espontâneos.

Na sequência, as equipes A e B, em separado, tiveram um tempo estipulado de 30 minutos para a execução da Tarefa. Nesse momento, as alunas do Quarteto desenvolveram, com a pesquisadora, os dois percursos apresentados na Figura 3, a seguir, com o propósito de explorar a utilização dos botões de ação para movimentar Jack.

Figura 03 - Familiarização com Mouse Robot.



Fonte: Elaborado pelas Pesquisadoras

Durante todo o período de realização da Tarefa, a pesquisadora esteve presente nos momentos de desenvolvimento da elaboração e discussões do quarteto e das discussões coletivas (com as 10 participantes). Na sequência, apresentamos o primeiro episódio - Quadro 1 -, em que o Quarteto discute sobre a estratégia que utilizariam para programar o comando do Rato:

Quadro 1 - Primeiro Episódio: Discussão inicial do Quarteto quando resolviam a tarefa.

Episódio 1	Discussão do Quarteto (único) - Tarefa do Rato Robô
P9: Gente, quando o Rato vira para esquerda, eu não consigo visualizar qual direção descrever, pois me parece muito confuso. P5: P9, eu não diria à esquerda, mas sim, à direita. Na primeira curva, o Rato vira para a direita [risos]. Digo isso, porque estou no início, devemos levar em conta a posição de quem está no meu lugar [referindo-se ao início]. Estou certa P11? É isso gente? Também estou confusa. P11: Sim, P5, concordo com você. Já que a professora pediu para descrever um comando, temos que pensar o que o rato faria. P1: Exato, gente. Como vocês estão de frente, uma da outra, à direita de uma é à esquerda de outra. Isso muda tudo, o que P1 faz não condiz com P5. Por isso a confusão. P9: Agora sim, eu entendi precisamos pensar que somos o Rato e onde estamos. P1: Perfeito meninas, vou anotar isso para não perder a ideia.	

Fonte: Acervo da pesquisa.

Tendo em vista o questionamento feito por elas, vale aqui considerar que o Rato seria o personagem em movimento, e pressupunha analisar a noção de direita e esquerda (lateralidade) em relação a esse Rato Robô. Essa estratégia escolhida - de se colocar na posição do rato para antever a ação seguinte - é bastante utilizada no cotidiano. Por exemplo, uma criança que tem acesso a um carrinho de controle remoto, quando está brincando, ao perceber a mudança de posição do carro em determinado momento, procura imediatamente se colocar na mesma posição do carrinho para prever os próximos comandos.

Ainda se tratando do Quarteto, consideramos oportuno apresentar um trecho da discussão, quando apontam suas hipóteses, e refletem sobre a possibilidade de melhor analisar o Rato, colocando-se antecipadamente nas variadas posições que ele ocupa à medida que percorre o trajeto proposto pela Tarefa - Quadro 2.

Quadro 2 - Segundo Episódio: Continuidade da discussão do Quarteto quando resolviam a tarefa

Episódio 2	Discussão do Quarteto - Tarefa do Rato Robô
P1: Acho melhor ficarmos nas posições de cada direção do Rato. Assim, todas teremos a visão a partir de onde precisaremos descrever. P9: Como assim? P1: Cada uma fica em uma posição, tipo: de frente, atrás, à direita e à esquerda do Rato. P9: Ok, fico aqui onde estou. Frente para o Rato. P11: Para que isso? Será que isso ajuda? P1: Acho que sim, o nosso erro está em visualizar a posição correta. Quando ele vira, nos perdemos nos comandos a partir de então. P11: Entendi. Então eu fico aqui à direita dele [considerando o rato no início do percurso]. P1: É isso mesmo, gente. Para qualquer lado que o Rato vire, conseguimos descrever os lados dele.	

Fonte: Acervo da pesquisa.

Notamos que o Quarteto identificou que estavam com dificuldades em programar a sequência de movimentos que seria necessária para atingir seu objetivo, sobretudo, planejar os giros e identificar a posição final depois desse movimento. Essa constatação foi feita por P1, quando explica para P11 sua estratégia “[...] o nosso erro está em visualizar a posição correta quando ele vira; nos perdemos nos comandos a partir de então”. Em algum momento da elaboração da Tarefa, o quarteto que gerou a discussão anterior chegou a se posicionar em torno do Rato, como se vê pela Figura 4, ocupando as quatro posições (frente, atrás, esquerda e direita), como mencionado por P1.

Figura 4 - Tarefa Prática II: participantes do Quarteto.



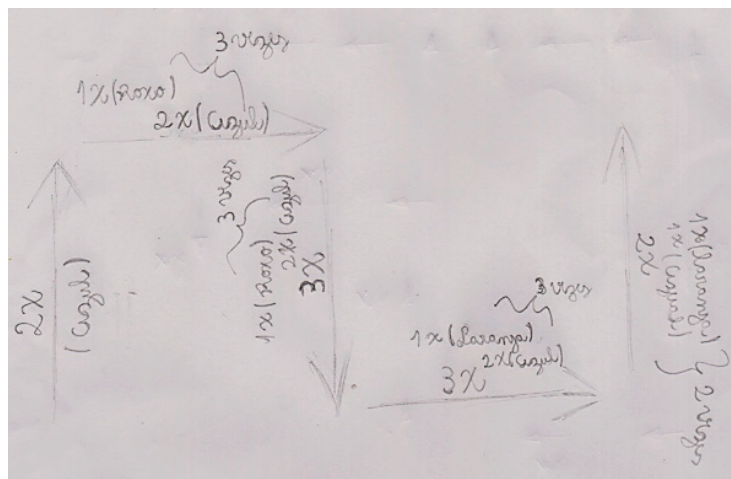
Fonte: Acervo da Pesquisa.

Esse primeiro episódio nos mostra indícios de limitações relacionadas aos conhecimentos relacionados a direção e lateralidade (Shulman, 1986).

No episódio 2, observamos que esse grupo já se mostrava preocupado com a necessidade de ampliar suas percepções acerca da lateralidade, uma vez que precisavam orientar um objeto não mais a partir das relações referenciadas no seu próprio corpo, e sim de um objeto externo (Rato Robô). Nesse primeiro momento, elas procuravam identificar a direita e esquerda do Rato, colocando seu próprio corpo na posição do objeto para garantir a representação fidedigna do que estava ocorrendo.

Esse grupo, em particular (Quarteto), durante a realização da proposta, conseguiu levar o Rato Robot ao alimento e apresentou a representação a seguir para descrever o trajeto - Figura 5.

Figura 5 - Representação do Quarteto.

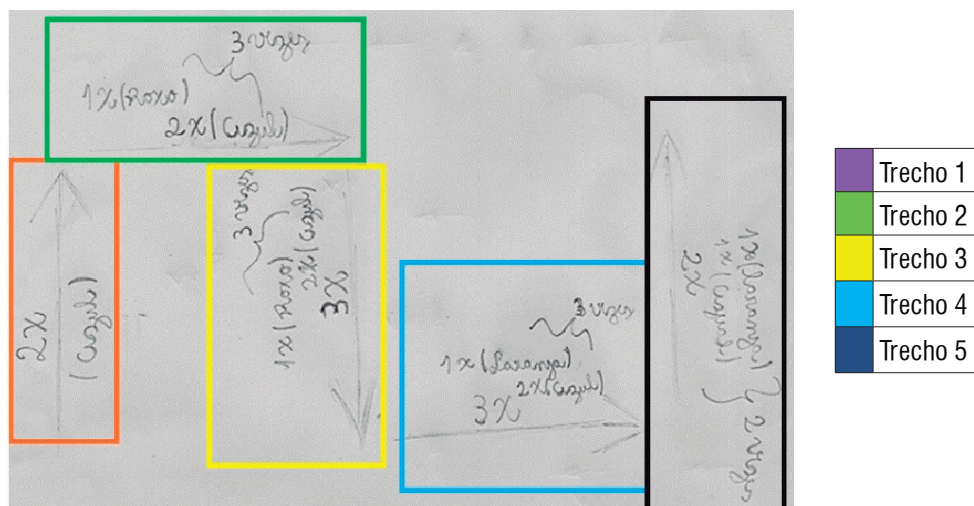


Fonte: Acervo da Pesquisa.

Quanto ao registro, foi possível notar que o Quarteto identificou o percurso por meio de diferentes registros: linguagem natural, numérica e algébrica para indicar a distância representada pela quantidade de vezes (1x, 2x, 3 vezes) em que determinado botão seria acionado. O botão foi

representado pela cor correspondente (indicada entre parênteses), as setas sinalizaram a direção e o sentido que era percorrido pelo Rato (trecho a trecho), conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Representação dos cinco trechos.



Fonte: acervo da pesquisa.

Analisando cada trecho, notamos que as alunas optaram por indicar o giro de 90°, representado pelos botões roxo e laranja (à direita e à esquerda, respectivamente) na seta que representava o lugar final do giro (roxo no trecho 2; roxo no trecho 3; laranja no trecho 4 e azul no trecho 5) e não na origem (roxo no trecho 1; roxo no trecho 2; laranja no trecho 3 e azul no trecho 4).

Esse percurso foi apresentado a outros grupos que o validaram e o analisaram. O diálogo a seguir mostra tal discussão -Quadro 3.

Quadro 3 - Terceiro Episódio: Continuidade da discussão do Quarteto quando resolviam a tarefa.

Episódio 3	Discussão coletiva a respeito do Trajeto proposto pelo Quarteto Único
	<p>Pesquisadora: Alguém percebeu alguma dificuldade em executar os comandos entregues pelo Quarteto para a movimentação do Rato Jack?</p> <p>P3: Não professora, assim que executamos, já deu certo.</p> <p>Pesquisadora: Mas como foi isso? Qual o principal recurso que usaram para entender [decodificar] o passo a passo da descrição deles?</p> <p>P3: As setas, sem dúvidas. Estão indicando os sentidos. Ficou perfeito. Pelo menos me pareceu claro.</p> <p>P10: Também fizemos assim, não tivemos nenhuma dificuldade ao seguir as setas.</p> <p>Pesquisadora: E as cores? Vocês seguiram?</p> <p>P3: É um conjunto Profa., tudo colaborou para o nosso entendimento, mas fica fácil também quando indica o número de vezes que apertou os botões aqui duas vezes o azul [apontando para o trecho 1]. Mas comparado com o nosso grupo [trio B], as setas indicando a posição mudam tudo. O nosso trio errou, nisso, nos perdemos no sentido.</p> <p>Todos concordaram.</p>

A partir do diálogo entre uma pesquisadora e futuras professoras envolvidas em uma atividade de decodificação de comandos visuais para movimentação de um personagem (Rato Jack),

podemos analisar como o conhecimento profissional docente é explicitado em suas falas, utilizando a estrutura teórica de Shulman (1986). A discussão evidencia três tipos principais de conhecimento: o conhecimento de conteúdo, o conhecimento pedagógico do conteúdo e o conhecimento curricular, fundamentais para a compreensão e desenvolvimento do ensino.

Primeiramente, o conhecimento de conteúdo das professoras é explicitado ao reconhecerem e interpretarem elementos visuais, como as setas, para indicar direção e sentido na movimentação do personagem. A futura professora P3, por exemplo, demonstra clareza sobre o papel das setas ao afirmar que elas “indicam os sentidos”, facilitando o entendimento do passo a passo dos comandos. Esse conhecimento de conteúdo é essencial para que a professora possa decodificar instruções e guiar seus alunos com precisão. A explicação de P3 de que, ao contrário do próprio grupo, o Quarteto teve sucesso ao usar as setas para evitar erros de orientação, demonstra uma compreensão crítica do conteúdo em análise e um diagnóstico preciso de onde o seu próprio grupo enfrentou dificuldades.

Além disso, o diálogo revela o conhecimento pedagógico do conteúdo das professoras ao discutir as estratégias utilizadas para compreender os comandos. A pesquisadora, ao perguntar sobre os principais recursos que facilitaram o entendimento, incentiva as futuras professoras a refletirem sobre a importância das setas e das cores. Esse questionamento promove uma reflexão sobre as práticas pedagógicas utilizadas e a eficácia dos recursos visuais para representar comandos de movimentação. Ao responder que “as setas indicam os sentidos” e que “o conjunto colaborou para o entendimento”, as professoras evidenciam um domínio do conhecimento pedagógico necessário para selecionar e combinar estratégias que facilitem o entendimento dos alunos. Isso demonstra o uso intencional do conhecimento pedagógico para transformar o conteúdo de maneira compreensível e acessível.

Analisando o episódio ocorrido, pudemos perceber que o grupo de participantes, no geral, considerou a representação do Quarteto como válida. Apesar de observarmos que, para a verificação, todas as participantes se utilizaram da descrição da quantidade e cores para programar os botões de ação que movimentariam Jack, ao refletirem sobre a representação, destacaram as setas que representavam o caminho do Rato, possivelmente porque elas as auxiliaram a identificar o trajeto que estava sendo realizado. Nesse contexto, concordamos com Serrazina (1998, 1999), a qual observa que o aprimoramento dos conhecimentos profissionais ocorre à medida que os professores se dedicam a reflexões mais aprofundadas. Para a pesquisadora, essas reflexões conduzem ao aumento da autoconfiança e de maior consciência, favorecendo, inclusive, o reconhecimento de suas próprias falhas e fraquezas. Isso, por sua vez, motiva-os a manifestarem um forte desejo de superá-las.

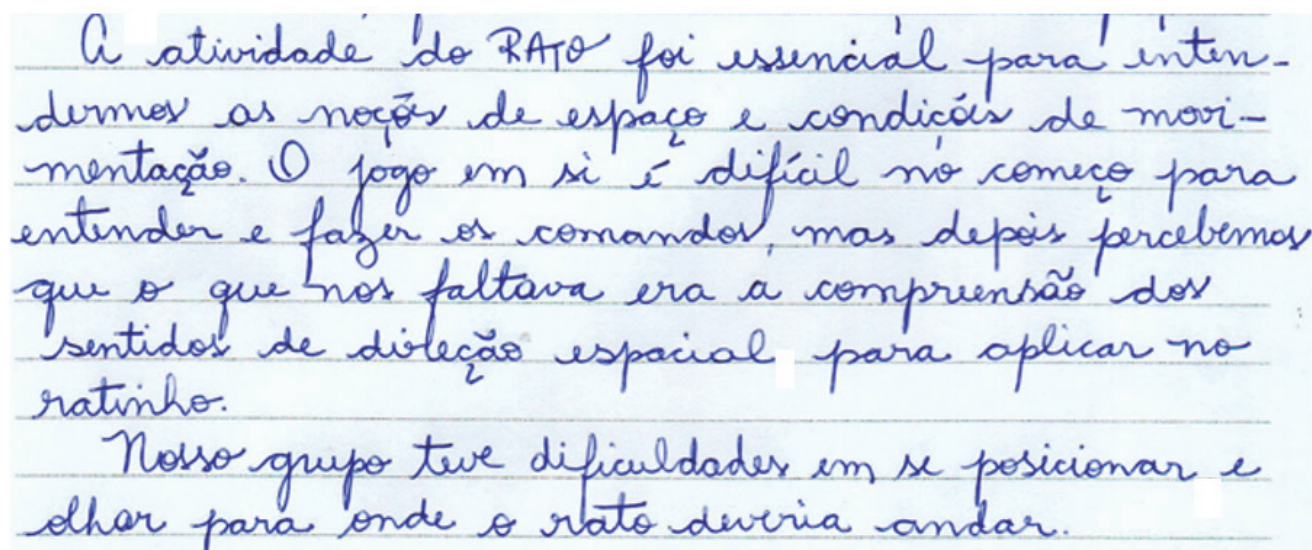
Outro aspecto fundamental no diálogo é o conhecimento curricular demonstrado pelas participantes, especialmente ao entenderem que o uso das setas em conjunto com as cores e a indicação da quantidade de apertos nos botões proporciona uma experiência de aprendizagem completa e intuitiva. A fala de P3, ao apontar que “fica fácil também quando indica o número de vezes que aperto os botões”, revela um entendimento sobre a organização e disposição dos elementos visuais no material, que é um aspecto do conhecimento curricular. Este tipo de conhecimento permite que as futuras professoras escolham recursos que não só introduzam o conteúdo, mas que estejam alinhados a uma sequência que facilite a compreensão, consolidando a aprendizagem dos seus alunos no futuro.

Por fim, o diálogo entre as futuras professoras também reflete uma reflexão sobre a prática, que, de acordo com Shulman (1986) e Serrazina (1998, 1999, 2017) é uma parte essencial do desenvolvimento profissional docente. Ao comparar o próprio grupo com o grupo do Quarteto, P3 demonstra uma atitude reflexiva, essencial para a evolução de suas práticas pedagógicas. Essa reflexão sobre a eficácia dos métodos e recursos usados é fundamental para identificar práticas de sucesso e áreas

que precisam de melhoria, além de estimular a troca de experiências e o aprendizado colaborativo entre colegas.

Nos protocolos entregues à pesquisadora, quando se pede para o grupo exprimir suas considerações sobre a experiência dessa Tarefa Prática, constatamos a seguinte declaração de P3, que responde pelo trio B, em primeira pessoa - Figura 7.

Figura 7 - Tarefa II. Protocolo final trio(B).



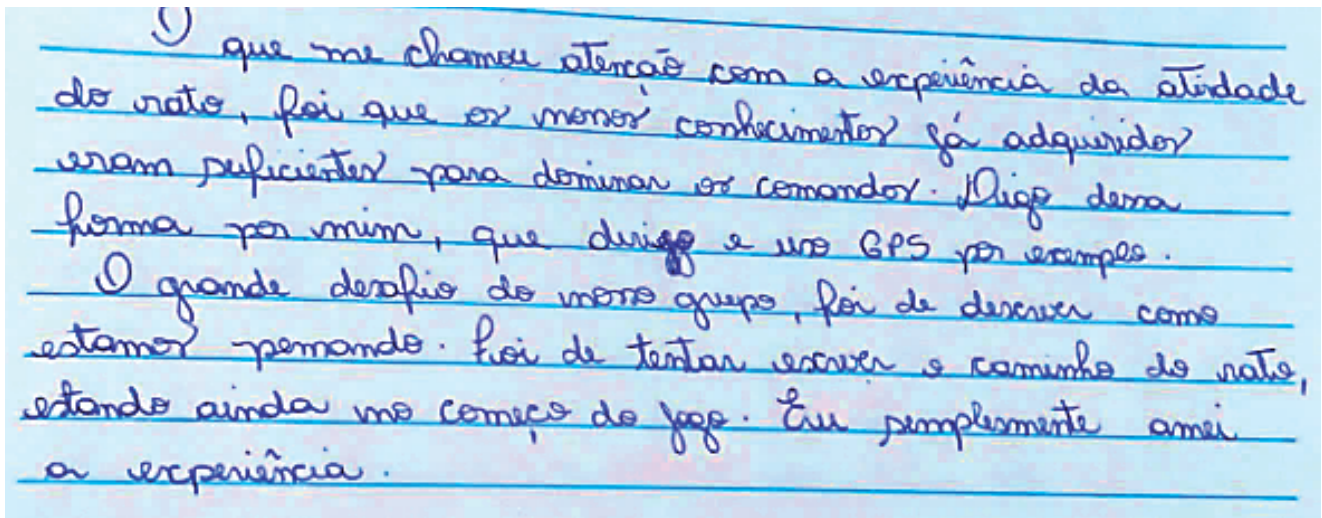
A atividade do RATO foi essencial para entendermos as noções de espaço e condições de movimentação. O jogo em si é difícil no começo para entender e fazer os comandos, mas depois percebemos que o que nos faltava era a compreensão dos sentidos de direção espacial para aplicar no ratinho.

Nosso grupo teve dificuldades em se posicionar e dizer para onde o rato deveria andar.

Fonte: acervo da pesquisa.

Na declaração da participante, é possível observar indícios de ampliação da reflexão sobre as noções envolvidas. O grupo destaca que “A atividade do rato foi essencial para entendermos as noções de espaço e condições de movimentação”, sugerindo assim que as participantes reconheceram a importância da experiência prática para a compreensão desses conceitos. Após um período inicial de dificuldade para entender e executar os comandos do jogo, o grupo percebeu que a principal lacuna era a compreensão dos sentidos de direção espacial, indicando um processo de aprendizagem no qual o grupo identificou e superou uma dificuldade específica, demonstrando reflexão e aquisição de conhecimento. O grupo reconheceu sua dificuldade inicial em orientar o Mouse Robot a partir das relações do objeto e a necessidade de ampliar suas percepções a respeito da lateralidade para além da utilização do próprio corpo como referência. Nesse sentido, consideramos que o conjunto de atividades vivenciadas, no encontro para estudo em grupo, até então, foi motivador para momentos de ampliação e/ou aquisição de conhecimentos do conteúdo na perspectiva que Shulman (1986) nos apresenta.

Na reflexão do quarteto (único) - reproduzida na Figura 8 - é possível identificar aspectos associados aos conhecimentos adquiridos. Neles, as participantes também relacionaram as noções espaciais com situações do dia a dia, constatando inclusive com um exemplo, o ato de ser capaz de dirigir.

Figura 8 - Tarefa II. protocolo final quarteto (único).

O que me chamou atenção com a experiência da atividade do rato, foi que os meus conhecimentos já adquiridos eram suficientes para dominar os comandos. Digo dessa forma por mim, que dirijo e uso GPS por exemplo. O grande desafio do meu grupo, foi de descrever como estamos pensando. Foi de tentar escrever o caminho do rato, estando ainda no começo do jogo. Eu simplesmente amei a experiência.

Fonte: Acervo da Pesquisa.

A reflexão escrita explicita o reconhecimento de conhecimentos prévios, como dirigir e usar um GPS foram importantes para compreender e dominar os comandos da atividade. Isso sugere o reconhecimento de habilidades necessárias para realizar a tarefa de programar o Mouse Robot. O depoimento também destaca o desafio enfrentado pelo grupo em expressar verbalmente seus pensamentos e estratégias utilizadas por ele durante a atividade. Aqui também explicita que grande desafio do grupo foi tentar antecipar o caminho do rato no início do jogo. Todavia, apesar dos desafios enfrentados, a participante expressa sua valorização da oportunidade de vivenciar a proposta.

Analisando as reflexões geradas, consideramos que nossa expectativa com a presente Tarefa Prática era de que as graduandas ampliassem as suas discussões acerca da representação mental, de um referencial em constante movimento, conforme diretriz da Base Nacional Comum Curricular - BNCC - (Brasil, 2018). Acreditamos que tal expectativa foi correspondida.

A relevância do processo de construção das Relações Espaciais desde os primeiros anos de escolaridade fundamenta-se na compreensão de que habilidades espaciais desempenham um papel importante no desenvolvimento cognitivo e na capacidade de resolver problemas matemáticos, como descrevem Piaget e Inhelder (1948), Curi, Pires e Campos (2000), Godino (2010) e Curi (2013). Nesse contexto, essa experiência poderá contribuir para a prática desse futuro profissional que precisará desenvolver o pensamento espacial das crianças já nos primeiros anos do Ensino Fundamental.

Importa-nos salientar que a atribuição de habilidades como essas é essencial no desenvolvimento de tarefas que envolvem outros domínios, ainda em Geometria. Serrazina *et al.* (2017), ao apresentarem resultados de pesquisa no Encontro de Investigação em Educação Matemática em Lisboa, fazem referência à necessidade de propor aos alunos situações de geometria que não desprezem a linguagem adequada, sob a perspectiva de que a linguagem formal é uma construção e muito passível de ser desenvolvida, se tratada desde o início da escolaridade.

Acreditamos que a composição de representações favoreceu a validação da representação. Os nossos estudos pareciam estar fortalecendo o conhecimento das participantes da pesquisa para

discutirem questões ligadas à movimentação e localização do objeto, sobretudo, a respeito da necessidade de registrar sua posição e seu sentido.

Sob a perspectiva de Shulman (1986) observamos que as participantes demonstram compreensão de noções, como direita e esquerda, e sua aplicação na programação do Mouse Robot. Elas também reconhecem a importância desses conceitos para a realização da tarefa.

Além desse conhecimento do conteúdo, as participantes demonstram um claro entendimento do conhecimento pedagógico das relações espaciais ao reconhecerem a importância de vivenciar a possibilidade de desenvolver o tema em aulas de matemática por meio de uma atividade prática. Ao refletirem sobre suas estratégias e discussões durante a tarefa, elas estão considerando não apenas a compreensão do conteúdo, mas também como esse conteúdo pode ser ensinado de forma eficaz aos alunos. Isso mostra uma preocupação genuína com a prática pedagógica e uma disposição para aplicar esses conhecimentos em seu futuro trabalho como professoras.

Concernente ao Conhecimento Curricular foi possível identificar que durante a vivência e discussão do grupo que ele reconheceu a relevância do desenvolvimento das habilidades espaciais desde os primeiros anos de escolaridade, conforme diretrizes da BNCC. Além disso, as participantes demonstram habilidade em analisar e refletir sobre suas próprias práticas, reconhecendo dificuldades e buscando estratégias para superá-las. Isso indica um processo de desenvolvimento profissional em andamento, conforme observado por Serrazina (1998, 1999, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, procuramos aprofundar nossa compreensão sobre os conhecimentos explicitados por professoras a respeito das Relações Espaciais, concentrando-nos especialmente na movimentação no espaço, por meio de uma abordagem prática envolvendo o Rato Robô, Jack. Ao analisar as discussões e reflexões geradas durante as atividades, destacaram-se diversos aspectos relevantes.

Ao examinar as expectativas de aprendizagem nos currículos educacionais, constatamos a ênfase dada à capacidade dos alunos de se localizarem e se movimentarem no espaço, utilizando uma linguagem apropriada. As noções de esquerda e direita, a representação e descrição de trajetos, e a posterior introdução de conceitos mais avançados, como coordenadas no plano cartesiano, têm relevância como marcos na evolução do aprendizado matemático.

A abordagem prática adotada neste estudo, com a utilização do Mouse Robot, revelou-se promotora de discussões e reflexões das futuras professoras sobre as questões ligadas às Relações Espaciais. A análise dos dados coletados durante a atividade prática demonstrou a capacidade das participantes em relacionar as noções espaciais com situações do cotidiano, evidenciando a ampliação de suas reflexões e aquisição de conhecimentos, especialmente em relação à lateralidade, representação dos trajetos e mudança de referencial sobretudo em uma situação não estática (em movimento).

As discussões em grupo proporcionaram um ambiente propício para a troca de ideias e estratégias, permitindo a identificação de dificuldades e a busca por soluções colaborativas. A importância da representação visual, como as setas que indicavam o trajeto do Rato Robô, foi ressaltada durante a discussão coletiva, mostrando ser um recurso valioso para a compreensão do percurso.

De maneira global, a abordagem adotada neste estudo contribui para a formação inicial dos futuros professores, enfatizando a relevância do desenvolvimento das habilidades espaciais desde os

primeiros anos de escolaridade. Acredita-se que essa experiência vivida pelas participantes propicie aos alunos uma compreensão mais aprofundada da temática estudada, possibilitando o enfrentamento mais consciente de desafios mais complexos no decorrer de sua jornada profissional.

Os resultados destacaram a necessidade de que as Relações Espaciais sejam tratadas em cursos de formação, tanto inicial, como continuada. Finalmente, conclui-se que, para ampliar conhecimentos sobre o ensino do tema, é necessária a proposição de processos formativos que façam uma constante reflexão sobre as Relações Espaciais, especialmente em ambientes colaborativos que promovam uma abordagem mais prática dessa temática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. S. **Reflexões de Futuros Professores que estudam Relações Espaciais**. Dissertação Mestrado em Educação Matemática). Centro Universitário Anhanguera. UNIAN-SP, São Paulo, 2024. 150f. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/67827/1/Regiane_Silva_de_Almeida DISSERTACAO-Final.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. Ministério da educação. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. 1997. Brasília: MEC/SEF. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa**: formação de professores no pacto nacional pela alfabetização na idade certa / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. - Brasília: MEC, SEB, 2012. Disponível em: https://pacto.mec.gov.br/images/pdf/doc_orientador/documento_orientador_2016.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Brasília: MEC/ Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 13 maio 2024.

CURI, E.; VECE, P. J..(Org.). **Relações Espaciais: Práticas educativas de professores que ensinam matemática**. São Paulo: Terracota, 2013.

GODINO, D. J; GONZATO, M. **Aspectos históricos, sociales y educativos de la orientación espacial**. Revista Iberoamericana de Educación Matemática UNION23, 2010. 45-58p. Disponível em: <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/aspectos-historicos-sociales-y-educativos-de-la-orientacion-espacial/>. Acesso em: 13 maio 2024.

LEARNING RESOURCES, **Manual Code & Go® Robot Mouse**. 2016. Disponível em: <https://www.learningresources.com/amfile/file/download/file/889/product/340/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

NCTM . **Principles and standards for school mathematics**. 2000. [Conselho Nacional de Professores de Matemática]. 2000. Reston, Virgínia: NCTM.

PIAGET, J.; INHELDER, B.. **A representação do espaço na criança**. Porto Alegre: Artmed, 1948.

PIRES, C. M.C.(Org.); CURI, E.; CAMPOS, T. M. M. (Org.). Espaço e forma: a construção de noções geométricas pelas crianças das quatro séries iniciais do Ensino Fundamental. São Paulo: PROEM, 2000. 285p.

SERRAZINA, M. L. **Desenvolvimento profissional de professores.** Contributos para reflexão, 1998. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/658/1/Desenvolvimento%20profissional%20de%20professores.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

SERRAZINA, M. L. **Reflexão, conhecimento e práticas lectivas em Matemática num contexto de reforma curricular no 1.º ciclo.** Quadrante, Lisboa, v. 8, n. 1-2, p. 139-168, 1999. Disponível em <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/881/1/Reflex%3a3o%20conhecimento%20e%20pr%3a1ctica%20lectivas%20em%20matem%3a1tica%20num%20contexto%20de%20reforma%20curricular%20no%201%27%20ciclo.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

SERRAZINA, L. **Desenvolver o raciocínio geométrico:** contextos e desafios. Palestra (Painel) no Encontro de Investigação em Educação Matemática EIEM, 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4B9iqpHSuMk&t=1161s>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SHULMAN, L. S. **Those who Understand Knowledge Growth in Teaching.** Educational Researcher, Washington, American Educational Research Association, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986. DOI: 10.1177/002205741319300302