

Estimulando a curiosidade epistemológica por meio de atividades investigativas em Geometria com robótica educacional

Resumo: O estudo objetivou discutir o estímulo à curiosidade epistemológica por meio de Atividades Investigativas em Geometria com Robótica Educacional nos Anos Finais do Ensino Fundamental. O trabalho é teoricamente embasado nas Investigações Matemáticas e aborda a curiosidade dos alunos na relação entre a Geometria, as Tecnologias Digitais e a Robótica Educacional. No estudo realizado, optou-se pela metodologia de pesquisa qualitativa, pois ela prioriza a coleta de dados de forma pessoal e interpretativa. Os resultados da pesquisa revelaram que a Robótica Educacional, ao ser incorporada como ferramenta pedagógica, proporcionou aos alunos uma experiência rica e inovadora, distinta das abordagens tradicionais, desenvolvendo o conhecimento geométrico por meio de uma aprendizagem significativa e colaborando para o desenvolvimento da curiosidade epistemológica.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Investigações Matemáticas. Educação Matemática. Tecnologias Digitais. Ensino Fundamental.

Stimulating epistemological curiosity through investigative activities in Geometry with educational robotics

Abstract: This article aims to discuss the stimulation of Epistemological Curiosity through Investigative Activities in Geometry with Educational Robotics in Elementary School. The work is theoretically based on Mathematical Investigations and address students' curiosity in the relationship between Geometry, Digital Technologies and Educational Robotics. In the study carried out, we opted for qualitative research methodology, as it prioritizes data collection in a personal and interpretative way. The research results reveal that Educational Robotics, when incorporated as a pedagogical tool, provided students with a rich and innovative experience, distinct from traditional approaches, developing geometric knowledge through meaningful learning and contributing to the development of epistemological curiosity.

Keywords: Educational Robotics. Mathematical Investigations. Mathematics Education. Digital Technologies. Elementary School.


Estimular la curiosidad epistemológica a través de actividades de investigación en Geometría con robótica educativa

Resumen: Este artículo tiene como objetivo discutir la estimulación de la curiosidad epistemológica a través de Actividades de Investigación en Geometría con Robótica Educativa en la Educación Secundaria. El trabajo se fundamenta en Investigaciones Matemáticas y aborda la curiosidad de los estudiantes en la relación entre Geometría, Tecnologías Digitales y Robótica Educativa. Se optó por la metodología de investigación cualitativa, ya que prioriza la recogida de datos de forma personal e interpretativa. Los resultados de la investigación revelan que la Robótica Educativa, cuando se incorpora como herramienta pedagógica, brindó a los estudiantes una experiencia rica e innovadora, distinta de los tradicionales, desarrollando conocimientos geométricos a través del aprendizaje significativo y contribuyendo al desarrollo de la curiosidad epistemológica.

Palabras clave: Robótica Educativa. Investigaciones Matemáticas. Educación Matemática.

**Gabrielly Cristina Souza
Ferreira**


Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, MG — Brasil

 [0009-0000-5326-0824](#)

 gabrielly.ferreira@ufv.br

**Rejane Waiandt
Schuwartz de Carvalho
Faria**

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, MG — Brasil

 [0000-0002-2422-969X](#)

 rejane.faria@ufv.br

Recebido • 02/10/2024

Aceito • 13/02/2025

Publicado • 10/05/2025

Artigo

Tecnologías Digitales. Educación Secundaria.

1 Introdução

A música *Geni e o Zepelim*¹, de Francisco Buarque de Holanda, popularmente conhecido como Chico Buarque (1978), foi uma crítica social na década de 1970, período em que a sociedade marginalizada era frequentemente discriminada. A personagem Geni é retratada como uma mulher prostituta, alvo de ridicularização pelos habitantes locais.

Por outro lado, o Zepelim representa uma aeronave dirigível, cujo comandante ameaça destruir a cidade. Contudo, esse mesmo comandante ofereceu a seguinte alternativa para cessar sua fúria: Geni precisaria aceitar se deitar com ele. Nesse momento, a sociedade, que antes a menosprezava, agora depende dela para sobreviver.

Implorada pelos mesmos membros da sociedade que antes a desdenhavam, Geni cede e aceita ser amante do comandante. Saciado, o comandante se despede da cidade, que continua salva graças à generosidade de Geni. No entanto, assim que o Zepelim desapareceu nos céus, a sociedade retomou a sua rotina habitual, impregnada com ainda mais hostilidade, conforme observado no final da música: “Joga pedra na Geni! Joga bosta na Geni! Ela é feita pra apanhar! Ela é boa de cuspir! Ela dá pra qualquer um! Maldita Geni!”.

Inspirados nessa música, Borba, Souto e Canedo-Junior (2023) propõem uma reflexão que relaciona a história retratada em *Geni e o Zepelim* com o que ocorreu com as Tecnologias Digitais no período pandêmico causado pela Covid-19, em um contexto de Educação Matemática. Nesse período, as Tecnologias Digitais serviram como suporte para muitas instituições de ensino em um contexto em que o isolamento era necessário. O ambiente escolar que antes era presencial passou a acontecer de forma totalmente remota devido à necessidade de distanciamento social a partir de 2020. Nesse cenário, grupos de WhatsApp e plataformas como Google Formulário, Google Meet, Zoom, entre outras, foram cruciais para garantir a continuidade do aprendizado de muitos alunos.

Conforme indicado por Borba, Souto e Canedo-Junior (2022), nenhum programa previamente desenvolvido foi capaz de influenciar a integração de Tecnologias Digitais na Educação Matemática tanto quanto a pandemia da Covid-19. O advento do vírus provocou impactos consideráveis, já que as reformas propostas, que incluíam e davam prioridade às Tecnologias Digitais, aparentavam não ter conseguido integrá-las de forma significativa na Educação Matemática (Borba, Souto e Canedo-Junior, 2022). Essa reflexão remete à metáfora do Zepelim e da Geni, em que as Tecnologias Digitais desempenharam um papel importante nos estudos de muitos alunos, especialmente em um cenário no qual o ensino presencial era inviável.

Atualmente, em um contexto pós-pandêmico, com aulas presenciais retomadas desde 2022, essas tecnologias pouco têm sido empregadas nas salas de aula. Apesar de terem se mostrado essenciais para a continuidade do ensino durante a pandemia, com o retorno ao formato presencial, muitas escolas não integraram as ferramentas digitais no cotidiano escolar. Além disso, muitos alunos, professores e até mesmo pais e responsáveis passaram a demonstrar cansaço e descontentamento com o uso das tecnologias no contexto escolar.

Esse sentimento pode ser explicado por diversos fatores, como a falta de acesso às Tecnologias Digitais, a sobrecarga digital, a dificuldade de adaptação às novas plataformas, a falta de formação adequada para o uso eficaz dessas ferramentas e a necessidade de interações presenciais, especialmente para crianças e adolescentes. Além disso, a ausência de um ambiente de estudo apropriado em casa, como um espaço silencioso e confortável, comprometeu ainda

¹ BUARQUE, Chico. *Geni e o Zepelim*. Álbum: Opera do Malandro. Rio de Janeiro: Philips Discos, 1978.

mais o processo de aprendizado.

Mesmo que se concorde com a necessidade de acesso universal às Tecnologias Digitais com boas conexões à internet e com a riqueza do encontro presencial, considera-se que essa aversão pode representar um retrocesso. Afirma-se isso ao levar em conta as inúmeras vantagens que as Tecnologias Digitais oferecem para a educação, como a personalização do aprendizado, o acesso a vastos recursos educacionais e a preparação dos alunos para um futuro cada vez mais tecnológico (Maltempi e Mendes, 2016; Faria e Maltempi, 2020).

Portanto, é fundamental encontrar um equilíbrio em que as tecnologias sejam integradas de forma eficaz e sustentável, enriquecendo o processo educativo sem gerar sobrecarga. É crucial que as instituições de ensino reconheçam o valor das tecnologias e busquem estratégias para integrá-las de maneira contínua no ambiente escolar. Nesse contexto, uma das alternativas que pode ser explorada como proposta pedagógica é a Robótica Educacional, que, segundo Souza e Castro (2022), proporciona ganhos educacionais e científicos para o ensino de Matemática. Entre as possibilidades de estreitamento entre essa ciência e Tecnologias Digitais, foca-se na Robótica como meio para superar as dificuldades de aprendizagem da Matemática.

Dessa forma, esta pesquisa, de cunho qualitativo, objetiva discutir o estímulo à curiosidade por meio de Atividades Investigativas em Geometria com Robótica Educacional nos Anos Finais do Ensino Fundamental. Busca-se contribuir para um futuro em que todos os alunos brasileiros tenham a oportunidade de acesso à educação de qualidade, que promova uma formação cidadã crítica e alinhada às realidades em que vivem, independentemente da rede de ensino.

2 Investigações matemáticas

Ao longo do percurso escolar, comumente, os alunos são expostos à memorização de regras e técnicas, especialmente em aulas de Matemática (Faria e Maltempi, 2020). Nesse cenário, outras estratégias educacionais que contrariem essa prática são pouco ou nem chegam a ser utilizadas. Há predominância de exercícios, uma vez que as metodologias tradicionais são empregadas sob a crença de que quanto mais o aluno pratica, mais ele aprende. Conforme observado por Faria e Maltempi (2020), o processo de memorização no ambiente escolar é limitado a decorar fórmulas e modelos do conteúdo matemático sem, contudo, assegurar a compreensão efetiva dos alunos.

Incentivar os alunos a pensar criticamente e serem pessoas criativas são alguns dos objetivos educacionais encontrados nos programas curriculares nacionais, assim como em documentos internacionais (WEF, 2020; Brasil, 2017). Segundo Freire (1996), ensinar deve ser compreendido para além de transferir conhecimento. Isso implica que os próprios alunos, com a mediação dos professores, devem desenvolver seu raciocínio e construir seus saberes. Nesse sentido, as aulas tradicionais, centradas na memorização como processo fundamental do sistema de ensino, são insuficientes para atingir esses objetivos.

Torna-se evidente, então, a relevância do papel do educador. Para que os professores tenham o mérito da paz, é preciso que tenham a certeza de que sua tarefa docente não é restrita a ensinar os conteúdos; ela também envolve ensinar a *pensar certo*, estimulando a curiosidade dos alunos (Freire, 1996). Dessa forma, buscando instigar os alunos e contribuir para sua participação ativa no processo de aprendizagem, adota-se a abordagem das Investigações Matemáticas. De acordo com Rocha e Ponte (2006), essa metodologia proporciona aos alunos uma nova experiência matemática, ressignificando sua compreensão.

Segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), investigar é o ato de buscar aprender o desconhecido. A compreensão e a capacidade de resolver problemas são habilidades essenciais para os cidadãos em diferentes áreas, uma vez que o indivíduo que explora, questiona e pesquisa

é capaz de lidar com as mais diversas situações. Nesse sentido, utilizar essa competência nas salas de aula possibilita que os próprios alunos formulem questionamentos e explicações, transformando o ambiente educacional em um espaço de investigação e curiosidade. Segundo Skovsmose (2000, p. 6),

o convite é simbolizado pelo “O que acontece se...?” do professor. O aceite dos alunos ao convite é simbolizado por seus “Sim, o que acontece se...?”. Dessa forma, os alunos se envolvem no processo de exploração. O “Por que isto...?” do professor representa um desafio e os “Sim, por que isto...?” dos alunos indicam que eles estão encarando o desafio e que estão procurando por explicações. Quando os alunos assumem o processo de exploração e explicação, o cenário para investigação passa a constituir um novo ambiente de aprendizagem. No cenário para investigação, os alunos são responsáveis pelo processo.

Nesse formato, o professor, antes visto como detentor do conhecimento, assume o papel de mediador, enquanto o aluno se torna o protagonista do seu saber. Por isso, é importante que haja uma relação entre o professor e o aluno, uma vez que, nesse contexto, a comunicação e a participação são relevantes para a construção do conhecimento. Afinal, um ambiente de investigação precisa ser relacional (Skovsmose, 2000).

Segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), a Investigação Matemática se desenvolve em três etapas, podendo ser realizada em uma ou mais aulas: (i) introdução da atividade proposta pelo professor; (ii) realização da investigação individualmente, em dupla ou grupos, e (iii) discussão dos resultados obtidos entre os alunos e o professor. Desse modo, o ambiente escolar desperta a curiosidade e instiga o espírito de um matemático profissional, pois os alunos estão formulando e testando conjecturas, discutindo e argumentando com os colegas e o professor.

Entre as possibilidades de aplicação de Investigações Matemáticas no contexto escolar, a Geometria é um campo rico, oferecendo inúmeras oportunidades para a exploração e descoberta de padrões, propriedades e relações. Integrar Investigações Matemáticas com a Geometria pode tornar o aprendizado mais dinâmico e engajador para os alunos.

No entanto, Rocha e Ponte (2006) afirmam que os alunos enfrentam dificuldades para realizar essas atividades, visto que não estão acostumados a argumentar e justificar os resultados obtidos. Isso ocorre porque a prática investigativa difere das aulas tradicionais, que se baseiam em exercícios com respostas únicas geradas a partir de modelos padronizados. Dessa forma, “a realização de investigações parece proporcionar oportunidade para os alunos usarem e consolidarem os seus conhecimentos matemáticos, desenvolverem as suas capacidades e efectuarem novas aprendizagens” (Rocha e Ponte, 2006, p. 6).

3 Tecnologias Digitais e Robótica Educacional

O avanço tecnológico na sociedade contemporânea trouxe mudanças significativas para diversos aspectos da vida. Segundo Kenski (2012), o surgimento de novas tecnologias, especialmente as digitais, tem transformado a forma como a sociedade vive, se comunica e age. No contexto educativo, a utilização dessas inovações permite transformações nas práticas docentes, ampliando possibilidades pedagógicas que antes eram inviáveis. Com as Tecnologias Digitais, surgem diferentes abordagens de ensino e de aprendizagem, que passam a integrar o cotidiano das pessoas (Maltempi e Mendes, 2016; Faria e Maltempi, 2020).

Reconhecendo a relevância das tecnologias no contexto educacional, a Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2017) recomenda a utilização das Tecnologias Digitais na escola, indicando, em uma de suas competências gerais, que o aluno seja capaz de

compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolas) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (p. 9).

Como recomendado, uma ferramenta tecnológica que se destaca por proporcionar o *aprender fazendo* e possibilita um ambiente de aprendizagem curioso e ativo, diferente do modelo tradicional, permitindo a criatividade, a organização de ideias e o desenvolvimento do raciocínio lógico, é a Robótica Educacional. A compreensão desse termo exige uma definição clara do que constitui um robô e do que é a Robótica, a fim de entender sua aplicação no ambiente pedagógico.

Antigamente, segundo Matarić (2017), considerava-se robô qualquer máquina que desempenhasse alguma atividade mecânica especial. Na Europa, durante os séculos XVII e XVIII, foram construídas *criaturas realísticas* que podiam escrever, tocar instrumentos e até mesmo *respirar*. Atualmente, essas máquinas não seriam classificadas como robôs, uma vez que “um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos” (Matarić, 2017, p. 19). Em outras palavras, um robô é um sistema autônomo, capaz de tomar decisões de maneira independente, recebendo orientações e instruções sem o controle total do ser humano.

Os robôs existem no mundo físico, logo, estão presentes fisicamente na sociedade contemporânea, estando sujeitos a desafios que o ambiente cibernético não proporciona. Assim, os robôs restritos aos computadores são, na verdade, considerados simulações. Um robô percebe o ambiente por meio de sensores, sendo capaz de detectar obstáculos, sons, entre outros. Ele pode interagir com o ambiente, isto é, responder a estímulos e mover-se no mundo a fim de alcançar objetivos. Portanto, os robôs possuem propósitos a serem atingidos que modificam, influenciam e transformam, de algum modo, a sociedade (Matarić, 2017).

Nesse contexto, a Robótica pode ser definida como o estudo dos robôs, “o que significa que é o estudo da sua capacidade de perceber e atuar no mundo físico de forma autônoma e intencional” (Matarić, 2017, p. 21). Ao explorar os princípios e conceitos da robótica, é possível “adquirir habilidades e competências essenciais, como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e criatividade.” (Carneiro e Souza Junior, 2023, p. 3).

Desse modo, a Robótica Educacional busca empregar a Robótica no ambiente escolar com o objetivo de trabalhar os elementos de montagem e controle de dispositivos mecânicos, associando-os aos conteúdos curriculares e promovendo um processo de construção, colaboração e reconstrução (Silva, 2009). No entanto, a construção integral de dispositivos robóticos é muito complexa.

Por essa razão, pesquisas recomendam que, em vez de expor todos os processos e conceitos de uma determinada tarefa ou construção, com base nos objetivos estabelecidos e no público-alvo, os professores devem empregar o princípio da exposição seletiva. Isso significa ocultar detalhes mais complexos que fogem dos propósitos, mantendo-os em *caixas pretas* (Campos, 2017). Portanto, quando aplicado de forma estratégica, esse mundo invisível e progressivamente distante pode ser observado na Robótica Educacional, permitindo a abertura gradual dessas *caixas pretas* (Silva e Blikstein, 2020).

4 Curiosidade epistemológica

Dewey (1959) atribui à curiosidade o valor de fator fundamental para a ampliação da experiência como ingrediente essencial para o pensar reflexivo. Segundo o autor, no momento em que se manifesta, a curiosidade mobiliza os órgãos sensitivos e motores em cada novo

contato, o que produz um “deslumbramento ardentemente procurado” (Dewey, 1959, p. 45) no objeto.

Freire (1996) adverte que a curiosidade ingênua, desarmada, espontânea, aquela que faz alguém observar as nuvens e se perder na imensidão do azul, é importante, dado que alimenta o desejo de saber mais. Todavia, ele destaca que, para o pesquisador, é essencial a presença de uma curiosidade metódica, exigente e epistemológica. Essa curiosidade faz distanciar-se do objeto de pesquisa, permitindo se afastar de um pensamento superficial para se aproximar dele com pensamento científico, a fim de conhecê-lo profundamente e dele falar com sensatez. Uma curiosidade que causa inquietação, que gera insatisfação e desencadeia a busca pelo conhecimento. Nas palavras de Freire (1995),

não é a curiosidade espontânea que viabiliza a tomada de distância epistemológica. Essa tarefa cabe à curiosidade epistemológica — superando a curiosidade ingênua, ela se faz mais metodicamente rigorosa. Essa rigorosidade metódica é que faz a passagem do conhecimento ao nível do senso comum para o conhecimento científico (p. 78).

E foi dessa maneira que se direcionou a pesquisa realizada, buscando mover a curiosidade espontânea dos alunos para uma curiosidade epistemológica. Com intencionalidade, as atividades foram idealizadas e conduzidas de modo reflexivo, pois envolveram aspectos relacionados à curiosidade, provocando “dúvida, hesitação, perplexidade” (Dewey, 1959, p. 22). Esses fatores movem a curiosidade ingênua em direção à construção de uma curiosidade epistemológica (Faria, 2016).

Assim, o estímulo à curiosidade ingênua desencadeia o ato de pensar, transformando-a em curiosidade epistemológica, que conduz a pesquisar, procurar, questionar, na busca de esclarecer a perplexidade. De acordo com Faria (2016), a curiosidade é fundamental para que associações mentais sejam estabelecidas, contribuindo para a transformação do conhecimento ingênuo, atrelado ao senso comum, em conhecimento epistemológico.

5 Metodologia e procedimentos

Por se tratar de uma pesquisa cujo objetivo é discutir o estímulo à curiosidade por meio de Atividades Investigativas em Geometria com Robótica Educacional nos Anos Finais do Ensino Fundamental, a abordagem qualitativa se mostrou pertinente. Esse tipo de pesquisa visa explorar contextos distintos dos tradicionais para compreender, descrever e relatar acontecimentos sociais específicos, focando nos dados coletados de maneira pessoal e interpretativa. Logo, a pesquisa qualitativa considera o contato direto do pesquisador com o contexto de estudo, reconhecendo-o como meio mais seguro para observar, selecionar, analisar e interpretar os dados (Godoy, 1995).

Para registro desta pesquisa, foram utilizadas folhas de atividades respondidas pelos alunos, fotografias e um caderno de campo. Buscando a interpretação abrangente das contribuições da Robótica, consideram-se todos os dados descritivos, o ambiente e os alunos como elementos importantes a serem observados e analisados, não individualmente, mas de modo coletivo. Ao trazer os registros dos alunos participantes, opta-se por não divulgar seus nomes, a fim de resguardar suas identidades. Além disso, escolheu-se analisar apenas duas respostas por item da atividade realizada, podendo explorar respostas de um mesmo aluno em questões diferentes, triangulando-as com autores referência nas áreas de estudo.

Os dados apresentados e discutidos neste artigo são oriundos de um trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Matemática, desenvolvido de forma concomitante com uma pesquisa de iniciação científica, realizado pela primeira autora deste artigo e orientado pela

segunda. Para garantir a eficácia da pesquisa, foram desenvolvidas atividades e elaborado um plano de aula, que estruturou a realização das atividades e facilitou o alcance dos objetivos de ensino que podem ser acessados na íntegra nos anexos do trabalho de conclusão de curso realizado (Ferreira, 2024).

As atividades foram desenvolvidas com alunos do nono ano do Ensino Fundamental, da Escola Estadual Doutor Mariano da Rocha, localizada no município de Teixeira (MG), conduzidas em dois encontros presenciais de duas horas cada. As atividades foram realizadas em duplas ou em trios, na sala de informática da instituição. Os encontros foram subdivididos em simulações e montagens físicas dos materiais, chamadas de práticas. Para as simulações, usaram-se *slides* para orientar os alunos na montagem dos circuitos, permitindo que realizassem as conexões de modo simultâneo. Além disso, utilizou-se o aplicativo web gratuito TinkerCad, que permite a criação de projetos 3D, circuitos, blocos de código, entre outros. A função utilizada nas atividades foi o bloco de códigos que possibilita observar se os componentes eletrônicos respondem virtualmente às programações, facilitando a realização das conexões no mundo real.

Após cada simulação, os alunos realizavam a prática. O *software* para verificar e executar a programação foi o Arduino *Integrated Development Environment* (IDE). Nele, os alunos copiavam o código apresentado no TinkerCad e o colavam na sua interface, para observar o movimento dos componentes. Assim, além de utilizar os computadores, projetor e transferidores disponibilizados pela escola, foram usados alguns componentes do kit Arduino: Arduino Uno, potenciômetro, servomotor, *protoboard*, cabo USB tipo A-B e *Jumpers*.

A pesquisa contou com a colaboração dos membros dos Grupos de Atenção às Tecnologias Digitais (GATE) e do Núcleo de Especialização em Robótica (NERO), dos quais as autoras são integrantes. O primeiro é coordenado pelas professoras Dra. Silvana Claudia dos Santos (Departamento de Educação) e Dra. Rejane Faria (Departamento de Matemática), e o segundo é coordenado pelo professor Dr. Alexandre Brandão (Departamento de Engenharia Elétrica) da Universidade Federal de Viçosa. O GATE discute temas relevantes referentes às tecnologias e à educação, e o NERO atua com o objetivo de introduzir os conceitos e aplicações da área de Robótica com o objetivo de capacitar recursos humanos especializados nas áreas de controle, automação, eletrônica, informática e educação. Esses grupos têm em comum os projetos *Robótica na Educação Básica: Possibilidades e Desafios para o Ensino e Aprendizagem de Matemática*, coordenado pelos três professores citados, e *Educação Matemática e Robótica Social: potencialidades e desafios no contexto da Educação Básica*, coordenado pela Profa. Rejane Faria (Fapemig APQ-04493-23).

É pertinente relatar que, antes da coleta de dados, a referida pesquisa recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (CAAE 75823323.0.0000.5153).

6 Análise dos dados

Nesta seção, são analisadas as implicações da Robótica Educacional para a aprendizagem de conhecimentos geométricos, com base nos dados coletados. A participação e a comunicação também foram observadas e consideradas como aspectos importantes para proporcionar um ambiente educacional que incentiva a exploração investigativa.

Como o público-alvo foram alunos do nono ano do Ensino Fundamental, acredita-se que determinados processos e conceitos deveriam ser ocultados, mantidos em *caixas pretas*, uma vez que fogem do propósito das atividades (Silva e Blikstein, 2020). Nesse sentido, a programação e sua linguagem, bem como algumas características dos componentes do kit Arduino não foram previamente explicadas durante os encontros, na busca de aguçar a

curiosidade dos alunos.

Para realizar as simulações, ao acessar o TinkerCad, os alunos visualizavam uma tela inicial que já possuía a programação específica para aquela atividade, disponível no botão de código em formato de texto. Assim, ao realizarem as conexões, os alunos inseriam nos códigos apenas as portas utilizadas e os valores desejáveis. Se as portas e ligações estivessem corretas, o programa seria executado. Caso o programa obtivesse resultados a serem apresentados, esses eram mostrados no monitor serial.

Após essa etapa, os alunos montavam fisicamente as conexões dos fios como o projeto desenvolvido no TinkerCad. Em seguida, copiavam o código de programação e o colavam na interface inicial do Arduino IDE. Após verificar e executar o código no *software*, a programação era transferida para a placa Arduino por meio de um cabo USB tipo A-B, onde era gravada. Assim, os componentes selecionados realizavam suas funções conforme os comandos definidos.

6.1 Conhecendo o servomotor e o potenciômetro

No primeiro encontro, foi realizada uma abordagem inicial sobre Robótica Educacional. Essa introdução foi veiculada por meio de *slides*, proporcionando aos alunos o primeiro contato com o tema de maneira expositiva. Observa-se que, apesar de os alunos terem uma noção geral sobre tecnologias, suas percepções sobre Robótica eram superficiais. De acordo com Campos (2017), isso sugere que os aspectos subjacentes das Tecnologias Digitais, especialmente a Robótica, permanecem ocultos nas *caixas pretas*. Assim, considera-se esta pesquisa uma oportunidade para revelar algumas dessas caixas, incentivando os alunos a explorar o contexto da Robótica na educação.

Para a familiarização com alguns componentes do kit Arduino, desenvolveram-se três simulações, acompanhadas de suas respectivas práticas. Essa fase inicial, conforme delineado por Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), constitui uma etapa essencial de uma atividade investigativa, permitindo aos participantes adquirir compreensão e clareza a respeito do assunto e dos elementos a serem explorados.

Na primeira simulação, o intuito era conhecer o servomotor. Para isso, ao acessarem o TinkerCad, os alunos estabeleceram três conexões: terra (fio preto), potência (fio vermelho) e sinal (fio laranja). O fio preto deve ser conectado a qualquer porta GND. O fio vermelho deve ser conectado à porta 5V e o fio laranja a qualquer porta PWM (~). Essa configuração foi replicada na montagem física dos fios (Figura 1).

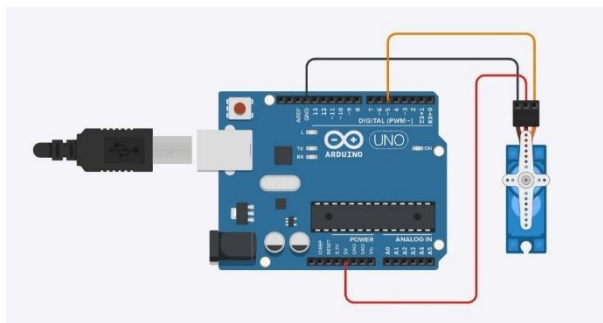


Figura 1: Simulação 1 no TinkerCad (Ferreira, 2023, p. 29)

Dessa forma, os alunos foram incentivados a estabelecer valores de ângulos arbitrários na programação e observar o movimento do servo, conforme sua programação. O servomotor utilizado rotaciona de 0 a 180 graus e foi programado para que, ao definir um ângulo específico, sua hélice se mova para essa posição. Por exemplo, ao programar um ângulo de 90°, o servomotor não realiza uma rotação adicional de 90°, mas se ajusta diretamente para a posição

de 90° a partir de sua posição atual. Um aluno selecionou a porta PWM 5 para o fio laranja e ângulo de 90° para o movimento do servomotor, sendo esse rotacionado no sentido anti-horário com ângulo inicial de 0° (Figura 2).

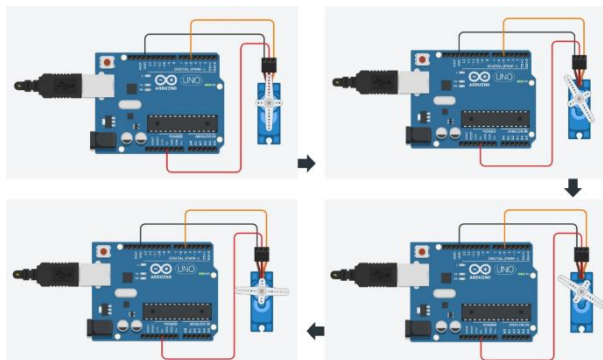


Figura 2: Sequência do movimento do servomotor no TinkerCad (Ferreira, 2023, p. 30)

Após a realização de diversas escolhas de ângulos, os alunos procederam à resposta da questão disposta no Quadro 1.

Quadro 1: Conhecendo o servomotor

- 1) O servomotor, um tipo específico de motor elétrico, oferece a capacidade de controlar sua rotação por meio da programação computacional. Você consegue identificar alguma característica interessante na rotação do servomotor ao programá-lo para diferentes ângulos?

Fonte: Ferreira (2023, p. 30)

Na análise das respostas (Figura 3), observa-se que os alunos foram capazes de identificar as características do servomotor e relacioná-las de diferentes maneiras com o conceito de ângulo.

<p>Se o ângulo já estiver no 180° e você colocar no 180°, a hélice não irá se mexer. O servomotor nunca dá uma volta completa.</p>	<p>Se o ângulo já estiver no 180° e você colocar no 180°, a hélice não irá se mexer. O servomotor nunca dá uma volta completa.</p>
<p>A gente consegue mover ele para o ângulo que a gente quiser; ele só não realizou um giro completo porque ele não passa de 180°.</p>	<p>A gente consegue mover ele para o ângulo que a gente quiser. Ele só não realizou um giro completo porque ele não passa de 180°.</p>

Figura 3: Respostas dos alunos à questão 1 (Ferreira, 2023, p. 31)

Os alunos reconheceram que nada acontece se se programar o servomotor para mover 180° , afinal, a posição dele já é 180° e, além disso, ele não realiza um giro completo porque o modelo utilizado não passa de 180° . Isso demonstra compreensão sobre a importância da Robótica para a aplicação prática de conhecimentos geométricos, “pois a tecnologia motiva o aprendizado, instigando o aluno a aplicar e praticar o que se aprendeu, averiguar e fazer descobertas” (Perius, 2012, p. 12).

Na segunda simulação, o alvo era compreender o funcionamento do potenciômetro. De maneira similar, o potenciômetro possui três ligações: terminal 1 (fio preto), limpador (fio verde) e terminal 2 (fio vermelho). O fio preto pode estar conectado a qualquer porta GND; o fio verde a qualquer porta analógica (as portas com legenda AN, com N variando de 0 a 5); e o fio vermelho pode estar conectado às portas de 3.3V ou 5V (conforme o *datasheet*).

Para realizar as conexões do potenciômetro à placa do Arduino, é necessário estar conectado a uma placa de ensaio (protoboard). Um aluno escolheu a porta analógica A2 para o fio verde e a porta de 5V para o fio vermelho (Figura 4). Como o fio vermelho pode estar conectado a duas portas diferentes, durante a parte prática, os alunos foram orientados a

comparar os valores obtidos em cada uma dessas portas. A programação foi elaborada para que, ao girar o potenciômetro, fossem determinados valores até alcançar o valor máximo.

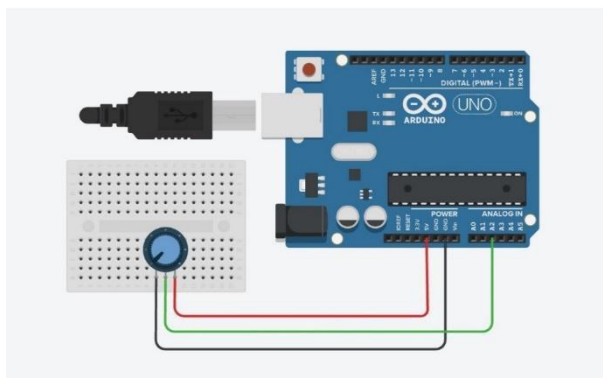


Figura 4: Simulação 2 no TinkerCad (Ferreira, 2023, p. 32)

Após realizar essas observações, os alunos responderam à questão apresentada no Quadro 2.

Quadro 2: Conhecendo o Potenciômetro

- 2) Após concluir a segunda prática de medição do valor do potenciômetro, registre e compare os resultados com os obtidos pelos colegas. Com base nessa comparação, quais observações ou conclusões você pode fazer?

Fonte: Ferreira (2023, p. 32)

Nessa questão, os alunos deveriam observar que, ao selecionar uma voltagem de 3.3V, os valores exibidos no monitor serial poderiam variar entre os diferentes alunos, enquanto na voltagem de 5V, o valor máximo permanecia constante. Esse objetivo foi alcançado, uma vez que a maioria das respostas obtidas apresentou analogias com essas características (Figura 5).

A potência máxima com 3.3V foi 689, a média dos outros grupos também foi essa, a cada mudança de V a potência aumenta ou diminui, o maior valor atingido foi 1023.

Com 3.3V a potência foi de 689V, já com 5V a potência máxima foi de 1023V, comparada com a de outros colegas o valor foi diferente no 3.3V já no 5V deu o mesmo valor.

A potência máxima com 3.3V foi de 689; a média dos outros grupos também foi essa. A cada mudança de V, a potência aumenta ou diminui. O maior valor atingido foi 1023.

Com 3.3V, a potência foi de 689; já com 5V, a potência máxima foi de 1023. Comparando com o de outros colegas, o valor foi diferente no 3.3V; já no 5V, deu o mesmo valor.

Figura 5: Respostas dos alunos à questão 2 (Ferreira, 2023, p.33)

Ainda na Figura 5, é possível observar que os alunos reconheceram que, para a potência de 3.3V, os valores medidos pelo potenciômetro variavam quando comparados aos dos demais colegas, mas se mantinham próximos de 689. Além disso, notaram que, para a potência de 5V, o valor máximo aumentou para 1023, sendo esse valor constante para todos. Ao compararem suas respostas com as dos demais, a primeira reação dos alunos foi considerar que poderia haver um erro nas conexões ou nas modificações feitas por eles no programa. Essa atitude é reflexo das experiências obtidas no contexto da Matemática escolar tradicional, onde os exercícios admitem resultados exatos, obtidos a partir de dados previamente fornecidos, necessários e suficientes para gerar uma única e absoluta resposta correta (Skovsmose, 2000).

Esse cenário sugere que essa atividade proporcionou um ambiente de comunicação e troca entre os alunos, além de incentivar o pensamento crítico, curioso e criativo sobre a realidade. Foi demonstrado que problemas reais nem sempre terão uma única solução. Muitas vezes, os alunos associam a ideia de uma resposta única a uma singular maneira de resolver

uma atividade. No entanto, questões geométricas, por exemplo, podem ser resolvidas de maneiras distintas, assim como ocorre em outras áreas do conhecimento e em problemas do cotidiano.

Na terceira e última simulação desse encontro, os alunos correlacionaram as duas simulações anteriores, recriando as mesmas conexões (Figura 6).

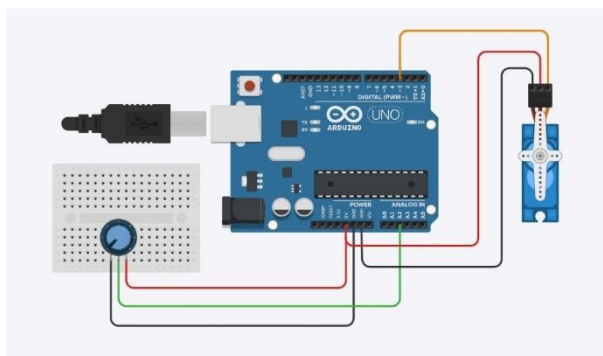


Figura 6: Simulação 3 no Tinkercad (Ferreira, 2023, p. 34)

Como resultado, ao rotacionar o potenciômetro, o servomotor também se movimentava. Isso ocorria porque a programação foi desenvolvida de forma que, ao mover o potenciômetro, o servomotor realizasse a rotação simultânea, exibindo no monitor serial o ângulo de rotação em relação ao ângulo inicial (0°) (Figura 7).

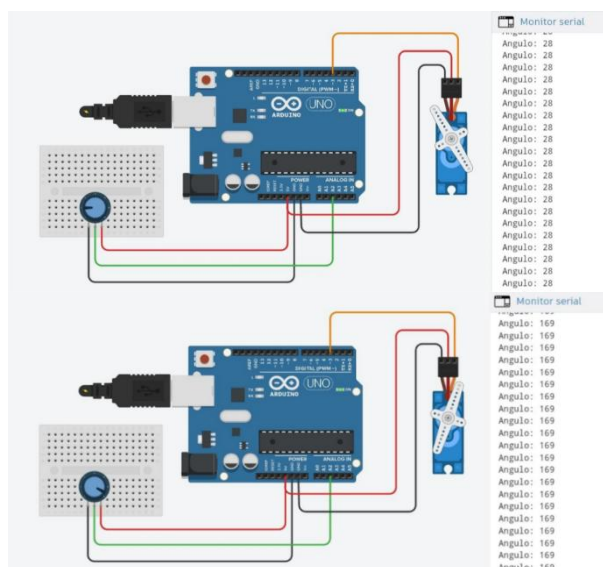


Figura 7: Movimento do servomotor para os ângulos 28° e 169° no Tinkercad (Ferreira, 2023, p. 34)

Assim, para concluir o primeiro encontro, por meio do desenho de um ângulo qualquer, foi realizada uma atividade comparativa entre o valor obtido pelo movimento do servo e o medido com uso de um transferidor (Quadro 3).

Quadro 3: Relacionando o Servomotor e o Potenciômetro

- 3) Com o modelo desenvolvido na terceira prática, é possível obter valores aproximados de ângulos com base no valor exibido no monitor serial. Faça o desenho de um ângulo aleatório e compare-o com um transferidor. A que conclusões você pode chegar ao analisar as diferenças entre os valores obtidos?

Fonte: Ferreira (2023, p.35)

Considerando que o estudo de ângulos é um tópico fundamental nos estágios iniciais do ensino de Geometria e constitui a base para o aprendizado futuro dessa área da Matemática, conforme estipulado pela BNCC (Brasil, 2017), esperava-se que os alunos conseguissem desenhar o ângulo solicitado. Contudo, ao utilizarem lápis, papel e transferidor, alguns

demonstraram dificuldades em realizar a tarefa.

Desse modo, acredita-se que essa lacuna no conhecimento possa ser atribuída ao abandono da Geometria nas escolas. Desde a década de 1990, tem ocorrido um processo de abandono do ensino de Geometria nas escolas públicas (Pavanello, 1993). Muitos professores de Matemática priorizam o estudo da álgebra e da aritmética, por não possuírem conhecimentos geométricos necessários para abordar esse conteúdo: “o dilema é tentar ensinar Geometria sem conhecê-la ou então não ensiná-la” (Lorenzato, 1995, p. 2).

Além disso, devido à carga horária excessiva de trabalho, muitos professores acabam utilizando os livros didáticos como único recurso explorado em sala de aula. Apesar de os documentos que orientam a educação no Brasil terem possibilitado a distribuição do ensino de Geometria ao longo dos livros, esse conteúdo ainda é negligenciado, sendo frequentemente apresentado por meio de definições, propriedades e fórmulas desconectadas de relações lógicas e cotidianas (Schmitt, 2017).

Ao priorizar o ensino da álgebra e explorar o conteúdo de Geometria de maneira meramente expositiva e descontextualizada, o aprendizado torna-se ineficaz (Pavanello, 1993). Nesse contexto, os alunos tendem a memorizar o conteúdo de forma transitória, com a tendência de esquecê-lo após as avaliações (Faria e Maltempi, 2020). Logo, segundo Andrade (2018), a Robótica contribui para a assimilação dos conteúdos devido ao seu caráter lúdico, favorecendo, portanto, um ambiente de aprendizagem mais ativa e significativa se comparado ao ensino tradicional.

Analisando as respostas dos alunos, observa-se que eles associaram as diferenças de valores com o conceito de precisão, indicando qual instrumento julgavam melhor (Figura 8).

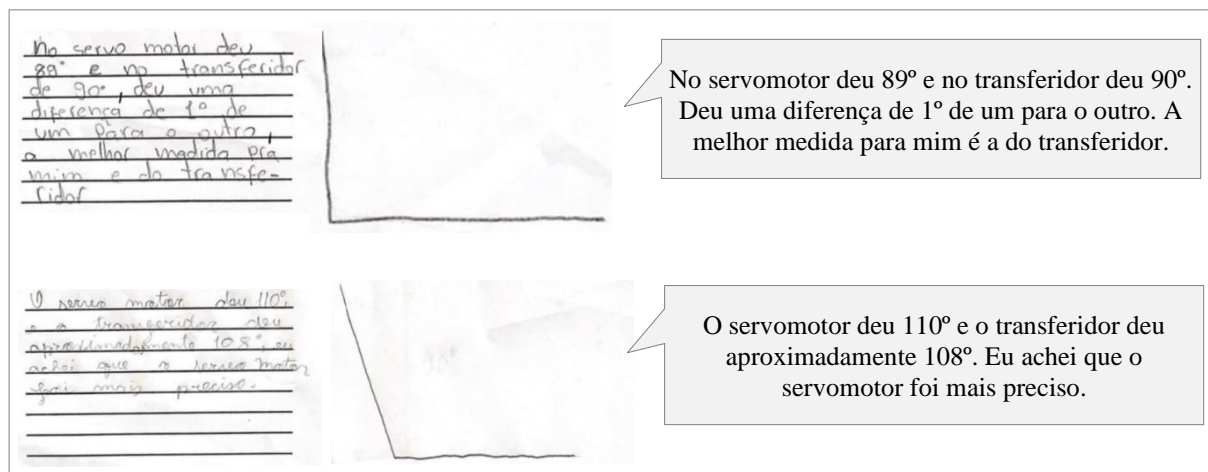


Figura 8: Respostas dos alunos à questão 3 (Ferreira, 2023, p. 36)

Como descrito na Figura 8, enquanto um aluno destacou que “No servomotor deu 89° e no transferidor deu 90°”, outro afirmou que no “servomotor deu 110° e no transferidor deu aproximadamente 108°”. Alguns dos alunos consideraram o valor do ângulo mostrado pelo servomotor mais exato, podendo ser justificado pela inovação e pela resposta imediata e digital que ele oferece. Outros podem ter escolhido o transferidor devido à familiaridade com o instrumento. Essas diferenças de opiniões promoveram, ao final desse encontro, um ambiente de aprendizado que proporcionou a valorização de diferentes perspectivas e instigou a curiosidade para as atividades futuras.

6.2 Encontrando o valor de pi e o comprimento da circunferência

No segundo encontro, o processo de desenvolvimento das atividades foi estruturado de maneira a permitir que, com base nas instruções contidas na folha de atividades, os alunos

realizassem as conexões de forma mais autônoma, se comparado ao encontro anterior. Assim, os alunos assumiram a responsabilidade de organizar os materiais no TinkerCad, escolher as portas, modificar e testar o programa, além de conduzir o processo de montagem e execução física dos componentes. Para realizar essas etapas, os alunos replicaram as mesmas conexões utilizadas na terceira simulação. Entretanto, a programação dessa atividade permitia que, ao escolher uma medida específica para o raio (em cm) e ao mover o servomotor por meio do potenciômetro, o cálculo do comprimento do arco fosse exibido no monitor serial durante o movimento. Após completar meia volta, a medida do comprimento da semicircunferência era mostrada (Figura 9).

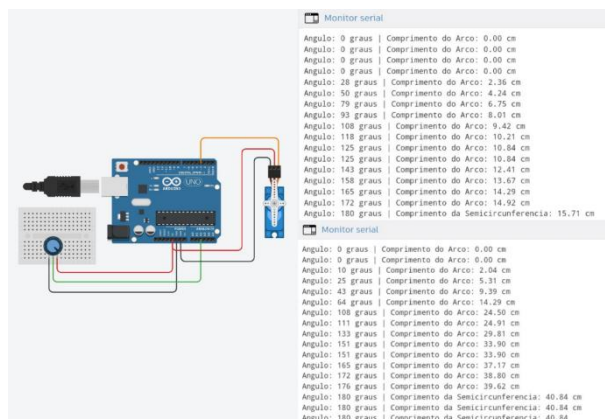


Figura 9: Explorando o comprimento da semicircunferência para raio medindo 5 cm e 13 cm (Ferreira, 2023, p. 38)

Concluindo esses passos, os alunos foram incentivados a responder algumas questões presentes em uma folha de atividade. No primeiro item, os alunos estabeleceram diferentes medidas para o raio e anotaram o comprimento da semicircunferência (Quadro 4).

Quadro 4: Calculando o comprimento da semicircunferência para diferentes medidas de raio

a) Ao rotacionar o potenciômetro para um ângulo de 180°, conseguimos calcular o comprimento da metade de uma circunferência, que chamamos de semicircunferência. Para explorar isso, defina diferentes valores para o raio e anote os resultados na tabela abaixo conforme aparecem no monitor serial.				
Raio (cm)				
Comprimento da Semicircunferência (cm)				

Fonte: Ferreira (2023, p. 38)

Ao se analisarem as respostas dos alunos, observa-se que a maioria optou por medidas variadas para o raio (Figura 10), proporcionando comprimentos distintos para a semicircunferência. Acredita-se que, como no contexto escolar, é habitual utilizar medidas menores para a simplificação dos cálculos, os alunos adotaram uma abordagem criativa e exploratória. Dessa perspectiva, concorda-se que, além de desempenhar papel importante na formação humana, a curiosidade, a criatividade e a exploração estão fortemente associadas ao desenvolvimento do entendimento de conceitos geométricos (Lorenzato, 1995; Faria, 2016).

Raio (cm)	2.0	10.0	63.0	101.0	666.0
Comprimento da Semicircunferência (cm)	6.28	31.42 cm	216.77 cm	312.70 cm	2099.30 cm

Raio (cm)	69 cm	74 cm	19 cm	43 cm	87 cm
Comprimento da Semicircunferência (cm)	216.77 em	232.48 cm	59.69 em	135.09 em	273.32 em

Figura 10: Respostas dos alunos — Item a (Ferreira, 2023, p. 39)

No item b (Quadro 5), foi proposto aos alunos que determinassem o comprimento da circunferência a partir do comprimento da semicircunferência.

Quadro 5: Explorando o conceito de semicircunferência e circunferência

b) Agora, se queremos encontrar o comprimento total da circunferência inteira (não apenas a metade), como podemos fazer isso usando a informação de que um ângulo completo é de 360 graus?

Fonte: Ferreira (2023, p.39)

Em resposta, os alunos argumentaram que, como 180 corresponde à metade de 360, então o valor do comprimento da circunferência será o dobro do comprimento da semicircunferência (Figura 11).

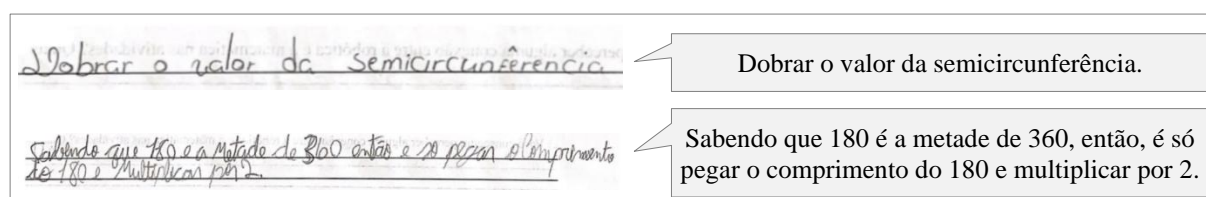


Figura 11: Respostas dos alunos — Item b (Ferreira, 2023, p.39)

Essa etapa permitiu que os alunos, utilizando conhecimentos prévios de Geometria, estabelecessem conexões proporcionais entre esses dois conceitos. Conforme Faria e Maltempi (2020), estimular o raciocínio proporcional é fundamental na Educação Básica, pois desenvolve a elaboração de argumentos de forma abrangente. Desse modo, o aluno que domina o raciocínio proporcional tende a obter melhor desempenho em disciplinas escolares, pois é capaz de

compreender as escalas dos mapas em geografia, interpretar o crescimento dos seres vivos, que muitas vezes é proporcional ao tempo de vida, nas aulas de ciências; entender a escala musical e as proporções entre os elementos nas obras de Leonardo da Vinci, estudados em arte; além de muitas outras situações que surgem em diferentes conteúdos escolares (Faria e Maltempi, 2020, p. 9).

Com os dados coletados no item a), os alunos calcularam o comprimento do diâmetro, da circunferência e o quociente entre o comprimento da circunferência e o diâmetro, a fim de preencher a tabela disponível no item c) (Quadro 6).

Quadro 6: Tabela a ser preenchida pelos alunos

c) Por meio das conclusões obtidas nos itens anteriores, complete a tabela.
Lembre-se: o Diâmetro é duas vezes maior que o raio.
Comprimento da Circunferência = C e Diâmetro = D

Raio (cm)	Diâmetro (cm)	Comprimento da Semicircunferência (cm)	Comprimento da Circunferência (cm)	$\frac{C}{D}$

Fonte: Ferreira (2023, p. 40)

Nesse momento, os alunos recorreram ao uso da calculadora que, além de otimizar os cálculos, possibilita, conforme Silva (1989), um caminho mais confiável e abrangente até a formalização matemática.

À medida que preenchiam a tabela (Figura 12), os alunos começaram a comparar as respostas obtidas com as dos colegas e, gradualmente, foram reconhecendo um padrão nos resultados dos cálculos. Durante o processo de desenvolvimento dessa atividade, desde a escolha das medidas do raio até a finalização da tabela, os alunos exploraram seus

conhecimentos prévios, elaboraram hipóteses, desenvolveram o raciocínio, a curiosidade e a criatividade, compartilharam ideias e estabeleceram conexões e relações. Enquanto as pesquisadoras desempenharam um papel de mediadoras, esclarecendo dúvidas e fornecendo assistência conforme necessário.

Raio (cm)	Diâmetro (cm)	Comprimento da Semicircunferência (cm)	Comprimento da Circunferência (cm)	$\frac{C}{D}$
9.0	4.0	6.94 cm	13.56	3.14
10	20.0	31.49 cm	62.98	3.142
69	138.0	216.77 cm	433.54	3.141
101	202.0	312.30	624.6	3.1415
666	1332	2099.20	4198.4	3.14159

Raio (cm)	Diâmetro (cm)	Comprimento da Semicircunferência (cm)	Comprimento da Circunferência (cm)	$\frac{C}{D}$
69	138	216.77	433.54	3.14...
74	148	232.48	464.96	3.14...
19	38	59.69	119.38	3.14...
43	86	135.09	270.18	3.14...
87	174	273.32	546.64	3.14...

Figura 12: Respostas dos alunos — Item c Ferreira (2023, p. 41)

A busca por um padrão é relevante em atividades investigativas e fomenta a curiosidade. De acordo com Vale e Pimentel (2005), a Matemática é a ciência dos padrões, pois procura uma estrutura comum subjacente a coisas que em todo o resto parecem completamente diferentes. Mesmo reconhecendo que existem vários significados para padrões, Vale *et al.* (2007, p. 15) afirmam que

de uma forma ou de outra, fica a ideia de que os padrões, em Matemática, estão associados à descoberta, à procura de relações para explicar aquilo com que nós vamos deparando. [...] existe a excitação de descobrirmos algo, e um padrão é um achado. De facto, de repente, as quantidades encaixam (há uma ordem, uma regularidade, ...) e descobre-se uma relação.

Nessa etapa em que descobriram padrões, os alunos estavam se debruçando em testes, explorações e investigações com seus grupos. Como descrito por Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), essas ações corresponderam à segunda etapa da Investigação Matemática. Após concluir as etapas anteriores, os alunos foram questionados sobre os resultados obtidos ao dividir o comprimento da circunferência pelo diâmetro. Além disso, explorou-se, com base nessa análise, se seria possível formular uma equação (Quadro 7). Essa fase de descoberta, sistematização das ideias e reflexão determinou, portanto, a terceira e última etapa da Investigação Matemática (Ponte, Brocardo e Oliveira, 2003).

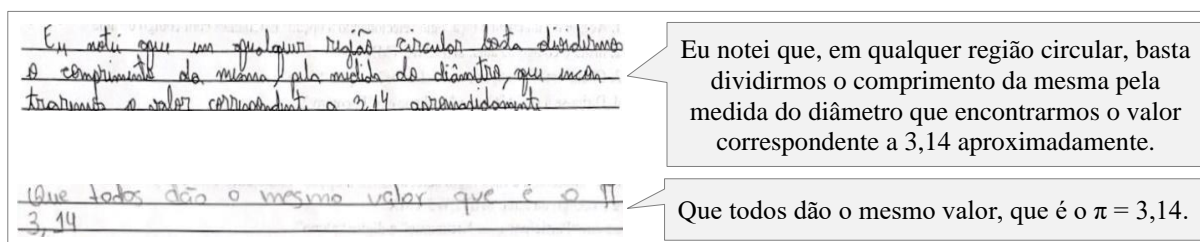
Quadro 7: Discussão da Investigação

- d) O que você notou ao dividir o Comprimento da Circunferência (C) pelo Diâmetro (D)?
- e) Considerando a relação que você observou no item anterior, é possível criar uma equação que represente essa ligação?

Fonte: Ferreira (2023, p. 42)

Ao responderem o item d), os alunos concluíram que, quando se divide o comprimento da circunferência pelo diâmetro, o resultado encontrado é o número π (Figura 13). Essa conclusão demonstrou que os alunos compreenderam que, independentemente dos valores do

raio escolhidos, o quociente entre o comprimento da circunferência e o diâmetro é sempre, aproximadamente, 3,14. Esse valor, já familiar aos alunos por conteúdos previamente abordados, facilitou a identificação imediata com o número π .



Eu notei que, em qualquer região circular, basta dividirmos o comprimento da mesma pela medida do diâmetro que encontraremos o valor correspondente a 3,14 aproximadamente.

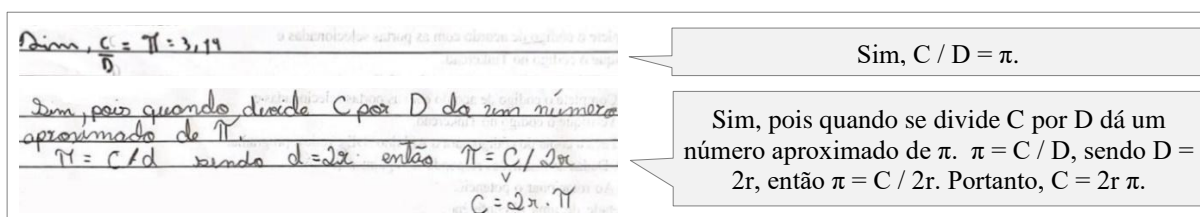
Que todos dão o mesmo valor, que é o $\pi = 3,14$.

Figura 13: Respostas dos alunos — Item d (Ferreira, 2023, p. 42)

A compreensão do número π por meio das atividades investigativas realizadas revelou o progresso da curiosidade dos alunos da ingênua à epistemológica, fruto do desejo de conhecer e entender o objeto de estudo de maneira crítica, indo além da simples observação ou memorização de fatos, em uma busca ativa por conhecimento (Freire, 1996). Assim, a curiosidade epistemológica, complexa e consciente conduziu os alunos a investigar, questionar e compreender o que o número π representa.

Além disso, o uso da Robótica como uma ferramenta inovadora e ainda pouco explorada em sala de aula estimulou uma participação mais ativa e colaborativa dos alunos. Essa abordagem permitiu que eles desenvolvessem conexões e relações de maneira exploratória e envolvente, possibilitando uma compreensão mais ampla do número π , além das formas tradicionais com as quais estavam familiarizados. Dessa forma, acredita-se ter compartilhado com os alunos que a Matemática, especialmente a Geometria, não se resume a definições e números isolados, mas é composta por conceitos que emergem de experiências e estudos interligados. Nesse contexto, o comportamento dos alunos pode se assemelhar, conforme Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), ao trabalho de um matemático profissional, visto construíram e refinaram ideias até chegar a conclusões fundamentadas.

Como no item d) em que os alunos observaram que a razão entre o comprimento da circunferência (C) e o diâmetro (D) é igual a π , a maioria dos alunos formulou no item e) a seguinte relação: $C / D = \pi$ (Figura 14/I). Além disso, alguns deles desenvolveram esse raciocínio e concluíram que o comprimento da circunferência é igual a duas vezes o raio multiplicado por π : $C = 2r\pi$ (Figura 14/II).



Sim, $C / D = \pi$.

Sim, pois quando se divide C por D dá um número aproximado de π . $\pi = C / D$, sendo $D = 2r$, então $\pi = C / 2r$. Portanto, $C = 2r \cdot \pi$.

Figura 14: Respostas dos alunos — Item e (Ferreira, 2023, p. 43)

Dessa forma, ainda que a maioria dos alunos não tenha alcançado exatamente a fórmula do comprimento da circunferência, o conhecimento construído ao longo desse processo foi mais significativo do que ocorreria se apenas decorassem a fórmula. Assim, acredita-se que, quando o aluno realmente compreende o conteúdo trabalhado e alcança conclusões análogas às esperadas, as conexões que ele estabelece e assimila se tornam significativas. Em outros termos, a aprendizagem significativa não apenas promove a compreensão momentânea, mas também permite que o conhecimento seja memorizado por um longo período.

7 Considerações finais

Os dados apresentados neste artigo permitiram discutir o estímulo à curiosidade por meio de Atividades Investigativas em Geometria com Robótica Educacional nos Anos Finais do Ensino Fundamental. Os resultados indicaram que a Robótica Educacional, ao ser incorporada como ferramenta pedagógica, proporcionou aos alunos uma experiência rica e inovadora, distinta das abordagens tradicionais, favorecendo um ambiente de investigação participativo e colaborativo (Souza, 2023).

Nesse contexto, o uso dos componentes do kit Arduino na construção de protótipos permitiu aos alunos um contato mais aprofundado com o funcionamento interno das Tecnologias Digitais. Como destacam Silva e Blikstein (2020), essa experiência possibilitou a abertura das *caixas pretas*, o que despertou a curiosidade e o interesse dos alunos à medida que eles compreendiam o funcionamento dos dispositivos. Esse envolvimento não apenas estimulou a curiosidade, mas também influenciou positivamente a compreensão dos conceitos geométricos envolvidos nas atividades.

O desenvolvimento da curiosidade epistemológica, caracterizado na pesquisa realizada pela compreensão do número π por meio das atividades investigativas, dialoga diretamente com as ideias de Freire (1996). Essa abordagem insere-se na perspectiva de uma educação libertadora, que visa não apenas à transmissão de informações, mas à formação de sujeitos críticos e capazes de transformar a realidade. Ao criar condições para que os alunos desenvolvessem a curiosidade epistemológica, a pesquisa promoveu sua emancipação, tornando-os protagonistas no processo de conhecimento, aprendizado, descoberta e reflexão crítica, além de fomentar o engajamento com o mundo.

A aplicação prática desses conhecimentos, privilegiada pelo uso da robótica durante os encontros, proporcionou aos alunos uma assimilação mais eficaz do conteúdo. Ao conectar o aprendizado à realidade dos alunos, onde a tecnologia está cada vez mais presente, essa abordagem fortaleceu o vínculo entre teoria e prática, promovendo um desenvolvimento do conhecimento geométrico de forma mais abrangente.

Além disso, a robótica não apenas ofereceu uma nova perspectiva sobre a aplicação da Geometria em questões reais, diferenciando-se das abordagens tradicionais em sala de aula, mas também fomentou um ambiente de comunicação e troca entre os alunos. Essa interação colaborativa incentivou o pensamento crítico e a percepção de que problemas reais, incluindo os geométricos, podem apresentar desafios e diferentes maneiras de serem resolvidos. Assim como destacado por Kenski (2003), o trabalho colaborativo propiciado pela robótica enriqueceu o processo de aprendizagem, permitindo que o conhecimento fosse construído tanto individual quanto coletivamente.

Durante o desenvolvimento das atividades, foi possível observar a robótica como uma ferramenta que proporcionou a criatividade, a investigação e o desenvolvimento do raciocínio proporcional dos alunos. Essa integração com a tecnologia enriqueceu significativamente o aprendizado geométrico, tornando o processo educacional mais envolvente e estimulante.

Embora essas conclusões não coincidam com as fórmulas convencionais, como a do comprimento da circunferência, os alunos conseguiram compreender o conceito subjacente a essas equações. Esse entendimento poderá facilitar, em futuras aplicações, a lembrança e a aplicação eficaz desse conhecimento.

Logo, as Tecnologias Digitais, especialmente a Robótica Educacional, tiveram uma atuação fundamental e transformadora no desenvolvimento do conhecimento geométrico, tornando o processo de aprendizagem mais atrativo. A utilização dessas tecnologias no estudo de Geometria proporcionou ganhos significativos, representando um passo para reconhecer o

potencial das tecnologias como ferramentas de aprendizado. Assim, contribui-se para romper com a comparação pós-pandemia das Tecnologias Digitais e a personagem Geni: afinal, ambas não são salvadoras, tampouco malditas (Buarque, 1978).

Agradecimentos

As autoras agradecem à Pró-Reitora de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (PIBIC – Fapemig) pelo apoio fornecido ao longo deste trabalho.

Nota

A revisão textual (correções gramatical, sintática e ortográfica) deste artigo foi custeada com verba da *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais* (Fapemig), pelo auxílio concedido no contexto da Chamada 8/2023.

Referências

ANDRADE, Juliana Wallor de. *Robótica Educacional: uma proposta para a Educação Básica*. 2018. 59f. Dissertação (Mestrado em Matemática). Universidade Federal da Fronteira Sul. Chapecó.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SOUTO, Daise Lago Pereira; CANEDO-JUNIOR, Neil da Rocha. *Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a quinta fase das Tecnologias Digitais*. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SOUTO, Daise Lago Pereira; CANEDO-JUNIOR, Neil da Rocha. O estar no mundo com as tecnologias: seres-humanos-com-mídias, etnoMatemática, Geni, Zepelim e o inédito viável. In: VALLE, Julio Cesar Augusto. (Org). *Paulo Freire e Educação Matemática: há uma forma matemática de estar no mundo*. São Paulo: Livraria da Física, 2023, p. 39-63.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental*. Brasília: MEC/SEB, 2017.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica Educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, out./dez. 2017. <https://doi.org/10.21723/riace.v12.n4.out./dez.2017.8778>

CARNEIRO, Henrique Gabriel Silva; SOUZA JUNIOR, Arlindo Jose. O conhecimento de robótica e de Matemática na formação inicial de professores no Estágio Supervisionado. *Educação Matemática Debate*, v. 7, n. 13, p. 1-23, 2023. <https://doi.org/10.46551/emd.v7n13a20>

DEWEY, John. *Como pensamos. Como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição*. Tradução de Haydée de Camargo Campos. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho. *Raciocínio proporcional: integrando Aritmética, Geometria e Álgebra com o GeoGebra*. 2016. 280f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Raciocínio proporcional na Matemática escolar. *Educação em Questão*, v. 58, n. 57, p. 1-18, jul./set. 2020.

<https://doi.org/10.21680/1981-1802.2020v58n57ID20024>

FERREIRA, Gabrielly Cristina Souza. *Atividades investigativas de Geometria por meio da Robótica Educacional nos Anos Finais do Ensino Fundamental*. 2024. 70f. Monografia (Licenciatura em Matemática). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

FREIRE, Paulo. *À sombra desta mangueira*. São Paulo: Olho d'Água, 1995.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GODOY, Arlida Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, v. 35, n. 2, p. 57-63, maio/abr. 1995. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000200008>

KENSKI, Vani Moreira. Aprendizagem mediada pela tecnologia. *Diálogo Educacional*, v. 4, n. 10, p. 47-56, set./dez. 2003. <https://doi.org/10.7213/rde.v4i10.6419>

KENSKI, Vani Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. Campinas: Papirus, 2012.

LORENZATO, Sergio. Por que não ensinar Geometria? *Educação Matemática em Revista*. v. 3, n. 4, p. 3-13, 1995.

MALTEMPI, Marcus Vinicius; MENDES, Ricardo de Oliveira. Tecnologias Digitais na sala de aula: por que não. In: *Atas do IV Congresso Internacional de TIC na Educação*. Lisboa, 2016, p. 86-96.

MATARIĆ, Maja. *Introdução à robótica*. Tradução de Humberto Ferasoli Filho, José Reinaldo Silva e Silas Franco dos Reis Alves. São Paulo: Blucher, 2017.

PAVANELLO, Regina Maria. O abandono do ensino da Geometria no Brasil: causas e consequências. *Zetetiké*, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1993. <https://doi.org/10.20396/zet.v1i1.8646822>

PERIUS, Ana Amélia Butzen. *A tecnologia aliada ao ensino de Matemática*. 2012. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Mídias na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Cerro Largo.

PONTE, João Pedro; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia. *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

ROCHA, Alexandra; PONTE, João Pedro. Aprender Matemática investigando. *Zetetiké*, v. 14, n. 26, p. 29-54, ju./dez. 2006. <https://doi.org/10.20396/zet.v14i26.8647004>

SCHMITT, Tassiana Truccollo. Dificuldades no ensino-aprendizado da Geometria: por que os educadores não ensinam e os educandos não aprendem? In: *Anais do VII Congresso Internacional de Ensino de Matemática*. Canoas, 2017, p. 1-8.

SILVA, Albano. Calculadoras na Educação Matemática: contributos para uma reflexão. *Educação e Matemática*, n. 11, p. 3-6, 1989.

SILVA, Alzira Ferreira da. *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional*. 2009. 127f. Tese (Doutorado em Automação e Sistemas). Universidade Federal

do Rio Grande do Norte. Natal.

SILVA, Rodrigo Barbosa; BLIKSTEIN, Paulo. Robótica: da ficção científica para a sala de aula. In: SILVA, Rodrigo Barbosa; BLIKSTEIN, Paulo (Org.). *Robótica Educacional: experiências inovadoras na educação brasileira*. Porto Alegre: Penso Editora, 2020, p 18-22.

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para investigação. *Bolema*, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

SOUZA, Crhistiane da Fonseca. Desenvolvendo o conhecimento didático de futuros professores de Matemática com Estudo de Aula e Robótica Educacional. *Educação Matemática Debate*, v. 7, n. 13, p. 1-21, 2023. <https://doi.org/10.46551/emd.v7n13a30>

SOUZA, Maria; CASTRO, Juscileide. O uso da Robótica no ensino e na aprendizagem da Matemática: uma revisão sistemática de literatura. *Insignare Scientia*, v. 5, n. 4, p. 55-76, set./dez. 2022. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n4.12663>

VALE, Isabel; PALHARES, Pedro; CABRITA, Isabel; BORRALHO, António. Os padrões no ensino e aprendizagem de Álgebra. *Actas do XIV Encontro de Investigação em Educação Matemática da SPCE*. Lisboa, 2007, p. 193-211.

VALE, Isabel; PIMENTEL, Teresa. Padrões: um tema transversal no currículo. *Educação e Matemática*, n. 85, p. 14-20, nov./dez, 2005

WEF — World Economic Forum. *The Future of Jobs Report 2020*. Geneva: World Economic Forum, 2020.