

A Geometria do campo de futebol: uma experiência no Ensino Médio à luz da Modelagem Matemática

Mariana da Silva Soriano¹

Márcio de Albuquerque Vianna²

Gisela Maria da Fonseca Pinto³

Resumo: Esta pesquisa aborda concepções acerca da aprendizagem significativa nas aulas de Matemática. O objetivo deste estudo foi contribuir com o ensino da Geometria por meio do desenvolvimento e da experiencição de uma Sequência Didática à luz da Modelagem Matemática, buscando possibilitar a compreensão dos conceitos matemáticos de Geometria através da sua relação com o futebol. A justificativa deste trabalho se dá por meio da inquietação acerca do uso recorrente de memorização de fórmulas matemáticas por parte dos estudantes, sem a devida contextualização dos conteúdos lecionados com o cotidiano dos alunos. A questão colocada é: que relações podem ser estabelecidas entre a Geometria e a “paixão nacional” pelo futebol? Refletir sobre a eficácia de abordagens metodológicas que fazem uso da Modelagem Matemática no ensino e das tecnologias digitais nas aulas de matemática, pode ser um caminho para se atingir a aprendizagem significativa nessa disciplina. Conclui-se com essa pesquisa que os alunos puderam visualizar em seus contextos de vida a presença da matemática e reconhecendo a relevância, a sua aplicabilidade em diversas áreas e o significado da matemática enquanto componente curricular na escola.

Palavras-chave: Matemática; Modelagem Matemática; Geometria; Futebol.

1 Introdução

Segundo Kupper (2018), no contexto do imaginário político brasileiro, o futebol possivelmente se destaca como o aspecto cultural mais importante, simbolizando a cultura política do país. Isso ocorre porque o futebol se integrou de maneira profunda na vida dos brasileiros, tornando-se uma parte essencial do seu cotidiano. Dessa forma, a pesquisa aborda um estudo sobre a relação do futebol com a Geometria, bebendo da fonte da Modelagem Matemática, com desdobramentos para as aulas de matemática no Ensino Médio. Essa pesquisa direciona-se a partir da seguinte questão: que relações podem ser estabelecidas por professores entre a Geometria e a “paixão nacional” pelo futebol?

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho se deu a partir de uma inquietação no que diz respeito às aulas tradicionais de matemática, nas quais a memorização de regras é recorrente por parte dos alunos, onde o ensino é direcionado de forma descontextualizada com as questões sociais, impossibilitando que os alunos enxerguem a presença de conceitos da disciplina na vida cotidiana e vice-versa.

Além disso, corroborando Guterman (2021) o futebol representa a identidade nacional e também consegue dar significado aos desejos e potências da maioria absoluta dos brasileiros. A paixão da primeira autora desta pesquisa pelo futebol e pela matemática propiciou o desenvolvimento de alguns materiais acadêmicos enquanto mestranda em Educação em Ciências e Matemática pela UFRRJ, como a elaboração de um artigo (SORIANO e VIANNA,

¹ Doutoranda em Educação – PPGEDUC/UFRRJ. E-mail: mariana_soriano7@hotmail.com.

² Docente do Departamento de Teoria e Planejamento de Ensino da UFRRJ. E-mail: albuvianna@uol.com.br.

³ Docente do Departamento de Matemática da UFRRJ. E-mail: gmfpinto@gmail.com.

2022a) o qual iniciou tal discussão. Ainda realizando pesquisas sobre a Educação Matemática no contexto do futebol, enquanto doutoranda em Educação pela UFRRJ, foi publicado mais um artigo (SORIANO e SANTOS, 2024). A partir de algumas práticas em sala de aula trabalhando por intermédio dessa perspectiva foi possível perceber que a contextualização com o futebol pode ser um elemento que favoreça a compreensão de conceitos matemáticos.

O objetivo dessa pesquisa é contribuir com o ensino de Geometria através do desenvolvimento e experiencição de uma Sequência Didática, buscando possibilitar a compreensão dos conceitos matemáticos. A fim de alcançar o objetivo geral, temos alguns objetivos específicos, a saber: (1) ressignificar a matemática de forma que a mesma seja compreendida como elemento pertencente à vida cotidiana à luz da Modelagem Matemática; (2) utilizar o futebol como mecanismo a fim de atrair os alunos à compreensão de conteúdos geométricos; (3) fazer uso das tecnologias digitais como o GeoGebra em smartphones para melhor compreensão de conceitos matemáticos.

Em relação à metodologia, esta pesquisa é de natureza aplicada, objetivando gerar conhecimentos mediante a aplicação de uma Sequência Didática que dialogará sobre a Geometria dos campos de futebol.

2 O ensino de matemática e a paixão nacional pelo futebol

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um guia para a concepção dos currículos de toda a extensão do Brasil, tendendo para uma educação mais humana, direcionada pelos princípios políticos e éticos. É necessário que as instituições de ensino compreendam a BNCC como um auxílio, que deve ser utilizado juntamente com um currículo próprio da instituição e seu plano Projeto Político Pedagógico (BRASIL, 2018).

A BNCC descreve as habilidades como a aptidão para utilizar conhecimentos, solucionar problemas e executar tarefas determinadas. No Ensino Médio, essas habilidades são estruturadas por áreas de conhecimento e disciplinas, sendo fundamentais para o desenvolvimento integral dos alunos.

No que concerne à disciplina de matemática, uma das habilidades propostas na BNCC diz “Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais, como o remanejamento e a distribuição de plantações, com ou sem apoio de tecnologias digitais” (BRASIL, 2018). No entanto, muitas vezes a disciplina é lecionada de forma descontextualizada.

A Geometria é um campo muito importante do ensino de matemática por englobar conteúdos, geralmente, mais visuais e concretos. À vista disso, também é de suma importância que esse tipo de conteúdo seja bem trabalhado na educação básica, pois é capaz de incentivar os alunos a se interessarem no estudo da matemática de maneira geral.

Segundo Souza (2001), a Geometria é uma ferramenta capaz de possibilitar melhor entendimento de situações da vida em que esse campo da matemática esteja inserido, além disso, os estudantes poderão utilizá-la como fator facilitador na compreensão e resolução de questões de outras áreas do conhecimento humano.

Monteiro (2015, p.18) destaca que, após 1950, a Educação Matemática no Brasil e no mundo passou por profundas reformulações e modernização do currículo escolar devido ao Movimento da Matemática Moderna (MMM), organizado por um grande número de professores e matemáticos.

[...] a ideia central da Matemática Moderna consistia em trabalhar a matemática do ponto de vista de estruturas algébricas com a utilização da linguagem simbólica da teoria dos conjuntos. Sob esta orientação, não só se enfatizava o ensino da álgebra, como se inviabilizava o da Geometria da forma como este era feito tradicionalmente. (PAVANELLO, 1989, s. p. apud MONTEIRO, p. 2015)

Atualmente a Geometria é vista com certa dificuldade por alguns professores e o Movimento da Matemática Moderna teve grande influência, haja vista que devido ao Movimento o estudo da geometria foi deixado em segundo plano, gerando assim um grupo de professores e alunos que apresentam pouco conhecimento e dificuldades em abordar questões envolvendo conhecimentos geométricos.

Dessa forma, torna-se necessário buscar novas metodologias que possam facilitar a construção dos conhecimentos geométricos e que possuam significado para os alunos. Uma possibilidade que apresentamos nessa pesquisa é a contextualização do futebol nas aulas de matemática. Mas por que contextualizar com o futebol?

O futebol definitivamente não é um esporte que se limita somente aos gramados. Basta perceber como é comum encontrarmos indivíduos usando as camisas dos seus times de coração em dias de jogos. Os estabelecimentos comerciais e os estádios de futebol, habitualmente lotados, evidenciam o futebol como uma das principais modalidades esportivas do país.

Em 1895 o futebol, já difundido na Europa, chega ao Brasil por meio de Charles Miller, filho de um importante industrial inglês. Miller conheceu o futebol em sua temporada de estudos na Inglaterra e trouxe o esporte ao país, sendo o responsável pela introdução do perfil competitivo do futebol e de suas regras, o que foi fundamental para sua expansão (MAGALHÃES, 2010).

Segundo Magalhães (2010), apesar das classes altas tentarem impedir sua popularização, sem muita lentidão o futebol chegou às classes sociais mais baixas. Dessa forma, para a elite o futebol beirava o amadorismo, em contrapartida as camadas populares lutavam pela profissionalização do esporte. Na democratização do futebol brasileiro alguns times se destacaram: Bangu, Vasco da Gama e Corinthians.

Com a profissionalização do esporte no Brasil, o futebol foi abraçado pelas classes sociais mais baixas, tornando-se um símbolo da identidade nacional. No entanto, o elitismo ainda assola a modalidade em nossa sociedade com o alto preço dos ingressos nos estádios e nos uniformes esportivos, excluindo grande parte da população dos jogos e impossibilitando a compra de materiais esportivos por essas pessoas.

Desde quando chegou ao Brasil, o esporte mais popular do país conquistou milhões de brasileiros e foi importantíssimo para quebra de muitos preconceitos. O que muitas pessoas não percebem é como a matemática é importante nessa prática esportiva, tanto no entendimento das regras do esporte, tal como auxílio aos atletas, comissão técnica e clubes a sagrar-se campeões.

O desenvolvimento da aprendizagem acerca dos conceitos matemáticos pode se dar a partir do processo investigativo dos alunos no entendimento das regras dos campeonatos disputados no Brasil, realizando cálculos sobre o saldo de gols, aproveitamento no campeonato, quantidade de jogos e média de gols por jogo. Ao relacionar a Geometria e o futebol é possível trabalhar conceitos como: ângulos, perímetro e área de figuras planas, comprimento da circunferência, semelhança entre quadriláteros, teorema de Pitágoras e simetria.

3 Metodologia

Essa é uma pesquisa de natureza aplicada, devido a sua finalidade de gerar novos conhecimentos a partir da experiência de uma Sequência Didática que dialogará sobre a Geometria do campo de futebol.

Quanto à abordagem, há uma pesquisa qualitativa. Ancorada na perspectiva em que o conhecimento se dá a partir de um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas, as abordagens qualitativas de pesquisa se baseiam na ideia de que enquanto os sujeitos atuam na realidade, a transformam e são por ela transformados.

O futebol no Brasil vai além de uma simples modalidade esportiva, configurando-se como um fenômeno social. “O futebol praticado, vivido, discutido e teorizado no Brasil seria um modo específico, entre tantos outros, pelo qual a sociedade brasileira fala, apresenta-se, revela-se, deixando-se, portanto, descobrir” (DA MATTA, 1982, p. 21). Dessa forma, o futebol é um legítimo representante da cultura brasileira, estando relacionado a sua identidade. Presume-se que com essa correlação os alunos conseguirão enxergar a matemática como uma área do conhecimento presente em seu cotidiano, tendo como finalidade atingir assim a aprendizagem significativa por parte dos alunos.

Em um primeiro instante, haverá a leitura de um pequeno trecho do e-book ‘Regras de futebol 2020/2021’ com o objetivo de além de alunos conhecerem as características do campo de futebol, observarem como a geometria está presente nesse esporte a partir das palavras grifadas pelos autores dessa pesquisa. Em seguida, eles irão conhecer as medidas oficiais do campo de futebol de acordo com a Confederação Brasileira de Futebol em nível de jogos nacionais e internacionais.

Em um segundo instante, é trabalhado perímetro e área de figuras planas, uma vez que as marcações do campo de futebol formam polígonos e figuras circulares, por exemplo, retângulos, círculo e semicírculos. Comprimento da circunferência e semelhança entre quadriláteros também estão presentes nesse segundo instante da atividade, baseando-se no círculo central, grande área e pequena área do campo. O teorema de Pitágoras encerra esse segundo instante da Sequência Didática, ao desenvolver discussões sobre distância no campo de jogo.

Outrossim, Cirillo e Herbst (2010 apud Bairral e Marques, 2016) destacam a importância da expansão das justificativas e demonstrações matemáticas, sendo o *software* de geometria/matemática dinâmica um grande aliado nessa expansão. Um exemplo de *software* de matemática dinâmica é o GeoGebra, que permite ao usuário construir, manipular ou visualizar figuras geométricas, gráficos etc. Dessa forma, no terceiro momento, faz-se o uso da tecnologia a partir do aplicativo GeoGebra Geometria. A partir de um passo a passo, os alunos construirão um círculo e calcularão a área do círculo utilizando o aplicativo. A Sequência Didática finaliza dialogando sobre a simetria do campo de futebol, buscando investigar se os estudantes conseguem visualizar a simetria de reflexão presente no campo de jogo.

4 Sequência didática ‘A geometria do campo de futebol’

Bassanezi (2012), um dos pioneiros na utilização da Modelagem Matemática no ensino, considera essa prática como um processo no qual uma pessoa, inserida em seu contexto, interage com ele, desenvolvendo modelos que refletem suas interpretações e subjetividades. Dessa forma, para o autor, a Modelagem Matemática é uma estratégia utilizada para alcançar explicações ou compreensões sobre determinadas situações reais. Biembengut (2016)

complementa salientando que a Modelagem Matemática é um método para resolver problemas específicos ou entender fenômenos, utilizando teorias matemáticas.

Um grande obstáculo para que o estudante não consiga fazer conexões entre a matemática e o mundo a sua volta é a forma descontextualizada que a matemática é lecionada. Schmidt, Pretto e Leivas (2016) citam que a matemática é significativa para o estudante quando ele consegue relacionar os conteúdos aprendidos na disciplina com as demais matérias, com o seu cotidiano e com os diferentes temas matemáticos.

Segundo Mizukami (1996), na abordagem tradicional a educação é considerada como instrução, se dando através da transmissão do conhecimento. Em grande parte das escolas, as aulas de matemática se mantêm na abordagem tradicional, com aulas repetitivas e descontextualizadas, se enquadrando no paradigma do exercício. Segundo Cotton (1998) no paradigma do exercício a aula de matemática é dividida em duas partes: em um primeiro momento o professor apresenta as técnicas matemáticas, e em seguida, os alunos, após memorizarem o conteúdo, realizam os exercícios selecionados, ocorrendo a variação do tempo disponível para o desenvolvimento dos exercícios.

Para tanto, foi desenvolvida uma sequência didática, cujo objetivo geral é possibilitar a compreensão dos conceitos matemáticos de Geometria. “Uma sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero oral ou escrito” (ROJO e GLAÍS, 2010 apud CABRAL 2017, p. 32).

A fim de alcançar o objetivo geral, temos alguns objetivos específicos, a saber: (1) ressignificar a matemática de forma que ela seja compreendida como elemento pertencente à vida cotidiana à luz da Modelagem Matemática; (2) utilizar o futebol como mecanismo a fim de atrair os alunos à compreensão de conteúdos geométricos; (3) fazer uso da tecnologia para melhor compreensão de conceitos matemáticos. Sugerimos que a Sequência Didática a seguir tenha como público-alvo alunos do Ensino Médio.

Lista de atividades

- 1) Leia o trecho abaixo retirado do E-book ‘Regras de futebol 2020/21’ e responda as perguntas a seguir:

Segundo a Confederação Brasileira de Futebol (2020), o campo de futebol deve ser **retangular** e marcado com linhas contínuas. O campo de jogo é dividido em duas metades (meio de campo) por uma linha de meio de campo (linha central) que une os **pontos médios** das linhas laterais. O centro do campo é marcado com um ponto situado no meio da linha de meio de campo, sendo esse ponto o centro de um **círculo** com um **raio** de 9,15 metros. Todas as linhas que marcam o campo de jogo devem ter a mesma **largura** e devem ter no máximo **12 centímetros**. Além disso, a distância entre os dois postes, também conhecido como trave, é de 7,32 metros e a distância da borda inferior da barra transversal a, também conhecido como travessão, ao chão é de 2,44 metros.

De acordo com a tabela a seguir (Tabela 1) podemos conhecer as dimensões do campo de futebol segundo a Confederação Brasileira de Futebol. Os organizadores das competições podem determinar o comprimento das linhas de meta e das linhas laterais dentro dos limites a seguir indicados.

Tabela 1: Dimensões do campo de futebol.

	Comprimento das linhas laterais	Comprimento das linhas de meta
Mínimo	90 metros	45 metros
Máximo	120 metros	90 metros

Fonte: Confederação Brasileira de Futebol⁴

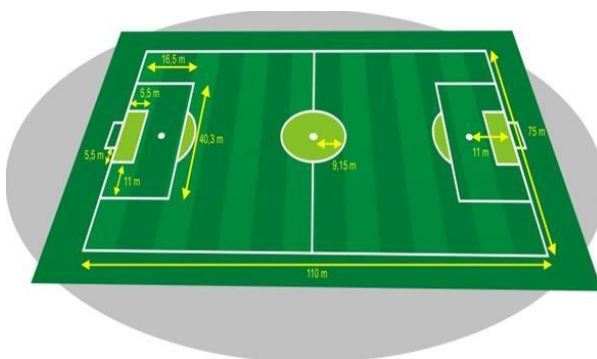
Já as dimensões para jogos internacionais devem seguir as medidas presentes na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2: Dimensões do campo de futebol para jogos internacionais.

	Comprimento das linhas laterais	Comprimento das linhas de meta
Mínimo	100 metros	64 metros
Máximo	110 metros	75 metros

Fonte: Confederação Brasileira de Futebol

2) Observe a imagem a seguir acerca das dimensões oficiais para jogos internacionais e responda as perguntas abaixo:

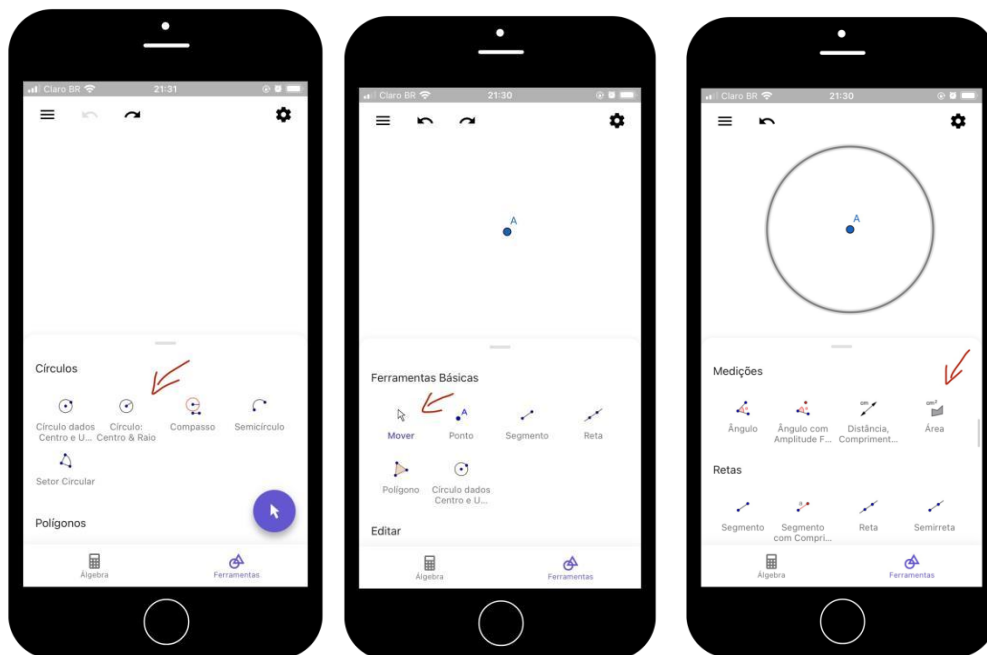


- Suponha que o Clube de Regatas do Flamengo finalmente deseje construir um estádio e precisa gramar o campo de futebol de acordo com as dimensões da imagem. Supondo que as dimensões do campo de futebol são 110 metros de comprimento por 75 metros de largura. Quantos m² de grama serão usados para cobrir todo o campo?
- É comum ao redor do campo de futebol existirem placas de anúncios dos patrocinadores do campeonato. Para que se possam dispor as placas lado a lado é necessário em um primeiro momento descobrir o perímetro do campo de jogo. Supondo que as dimensões do campo de futebol são 110 m x 75 m, qual o seu perímetro?
- Nas dimensões oficiais o círculo central possui raio igual a 9,15 metros. Qual a sua área? Caso quiséssemos somente a área do semicírculo, qual seria sua medida? Use $\pi \cong 3,14$ e $\text{Área} = \pi r^2$
- Supondo que em um jogo, antes de iniciar a partida, os jogadores se reuniram na circunferência do círculo central no campo. Sabendo que nas dimensões oficiais o círculo central possui raio igual a 9,15 m, qual o comprimento dessa circunferência? Use $\pi \cong 3,14$ e $\text{Comprimento} = 2\pi r$
- Você já havia percebido que no campo de jogo, próximo à baliza (onde marca-se o gol), há figuras geométricas que possuem o mesmo formato, conhecidas como grande área e pequena área? Que formato é esse? A grande área é a área que o goleiro tem para trabalhar com as mãos. Analise a imagem do campo de jogo e calcule as áreas da grande área e da pequena área. Essas figuras geométricas são semelhantes? Justifique sua resposta.

⁴ Disponível em:

https://futebolpaulista.com.br/Repositorio/Arbitro/REGRAS/RegrasJogo/Regras_do_Jogo_2020_21_Portugues.pdf

- f) Caso fosse necessário dividir o campo em dois triângulos retângulos seria necessário traçar uma diagonal, em que suas extremidades seriam os vértices do campo de jogo. Sabendo que as dimensões do campo de futebol são 110 m x 75 m, calcule a medida dessa diagonal.
- g) O gramado do estádio do Maracanã é muito utilizado, tendo em vista que os clubes cariocas Flamengo e Fluminense revezam sua utilização. Supondo que após muitos jogos, sem o devido cuidado com o gramado, 75% do campo está comprometido e precisa ser tratado. Qual seria a área do gramado comprometida?
- 3) Utilizando o aplicativo Geogebra Geometria, siga o passo a passo abaixo, construa o círculo central do campo de futebol, e em seguida, calcule a sua área pelo aplicativo.



Na janela de ferramentas, procure por 'Círculos' e clique em 'Círculo: Centro & Raio' e digite 9,15 no raio.

Em Ferramentas Básicas clique em 'Mover' e em seguida diminua o zoom do círculo na tela.

Por fim, em 'Medições' clique em 'Área'. Em seguida, clique no círculo

Qual a área do círculo de acordo com o aplicativo Geogebra Geometria? Qual a relação entre esse valor e o que você encontrou o item anterior calculando através da equação da área do círculo?

- 4) A simetria é tudo aquilo que pode ser dividido em partes, de forma que as partes coincidam perfeitamente quando sobrepostas. Existem diferentes tipos de simetria: a reflexiva, a de translação, e a rotacional.
- a) Ao analisar um campo de futebol, você consegue visualizar algum tipo de simetria? Se sim, qual? Justifique sua resposta
- b) É muito comum, jovens de diversas idades, na ausência de um campo de futebol, fazerem as marcações do campo em ruas. Você acredita que os jovens possuem algum tipo de preocupação com a simetria do campo?

5 Análise da aplicação da Sequência Didática

A experiencição da Sequência Didática ocorreu em uma escola da Rede Privada de ensino, em uma turma da 1ª série do Ensino Médio, em um itinerário formativo denominado "Matemática especial". O objetivo do itinerário nessa instituição de ensino é desenvolver

atividades em que relacione a matemática ao cotidiano dos alunos. Em um primeiro momento, ocorreu a leitura de um pequeno trecho do e-book ‘Regras de futebol 2020/2021’. Nesse trecho, algumas palavras foram grifadas pelos autores dessa pesquisa, com o objetivo de além de alunos conhecerem as características do campo de futebol, observarem como a geometria está presente nesse esporte. Após a leitura do trecho questionei aos alunos qual relação às palavras em negrito possuíam, e logo obtive a resposta: ‘todas essas palavras estão relacionadas a matemática’.

Em seguida, fizemos a leitura da tabela que continha as medidas oficiais do campo de futebol de acordo com a Confederação Brasileira de Futebol em nível de jogos nacionais e internacionais. Nesse instante, perguntei aos alunos se eles já haviam frequentado estádios de futebol, pois dessa forma seria possível ter um melhor entendimento das proporções do campo de jogo. Muitos alunos responderam positivamente, reafirmando a paixão nacional pelo futebol dos brasileiros.

Em um segundo instante, a atividade é direcionada a construção do conhecimento acerca de perímetro e área de figuras planas, uma vez que as marcações do campo de futebol formam polígonos e figuras circulares, por exemplo, retângulos, círculo e semicírculos. O cálculo do comprimento da circunferência e semelhança entre quadriláteros também estão presentes nesse segundo instante da atividade, baseando-se no círculo central, grande área e pequena área do campo.

Na questão referente à semelhança entre quadriláteros (grande área e pequena área do campo), muitos alunos responderam em um primeiro instante que os retângulos eram semelhantes simplesmente por possuírem o mesmo formato ou pelo retângulo menor estar inscrito no retângulo maior, desconhecendo as condições necessárias para que duas figuras planas sejam semelhantes, como pode ser visto na resposta do Aluno A (Figura 1).

Figura 1: Resposta do aluno A na atividade proposta

a) Você já havia percebido que no campo de jogo, próximo à baliza (onde marca-se o gol), há figuras geométricas que possuem o mesmo formato, conhecidas como grande área e pequena área? Que formato é esse? A grande área é a área que o goleiro tem para trabalhar com as mãos. Analise a imagem do campo de jogo e calcule as áreas da grande área e da pequena área. Essas figuras geométricas são semelhantes? Justifique sua resposta.

Resposta do Aluno A:
São quadriláteros. Não são semelhantes.
e tem a mesma forma do campo do futebol.

Fonte: Acervo da Pesquisa

Ainda acerca da questão sobre semelhança entre figuras planas, o Aluno B percebeu que os comprimentos e as larguras dos respectivos retângulos precisavam ser proporcionais. Durante os cálculos, devido a razão entre os comprimentos dos quadriláteros ser diferente da razão entre as suas respectivas larguras o aluno chegou a conclusão que as figuras não eram semelhantes (Figura 2).

Figura 2: Resposta do aluno B na atividade proposta

e) Você já havia percebido que no campo de jogo, próximo à baliza (onde marca-se o gol), há figuras geométricas que possuem o mesmo formato, conhecidas como grande área e pequena área? Que formato é esse? A grande área é a área que o goleiro tem para trabalhar com as mãos. Analise a imagem do campo de jogo e calcule as áreas da grande área e da pequena área. Essas figuras geométricas são semelhantes? Justifique sua resposta.

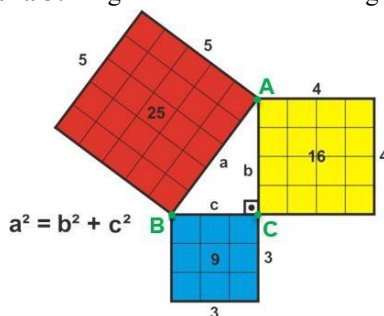
Resposta do Aluno B:
grande área = $40,3 \cdot 16,5 = 664,95$
pequena área = $18,3 \cdot 5,9 = 107,97$
Não são semelhantes porque a razão entre os comprimentos não é igual à razão entre as larguras.

Fonte: Acervo da Pesquisa

Vale destacar que foi permitido o uso de calculadora por parte dos alunos para confirmar o valor das contas realizadas manualmente. Uma das demandas da disciplina do itinerário formativo é trabalhar também o conhecimento de matemática básica por parte dos alunos.

O teorema de Pitágoras encerra esse segundo instante da Sequência Didática, ao desenvolver discussões sobre distância no campo de jogo. A atividade em questão dialogava sobre ser necessário dividir o campo em dois triângulos retângulos, traçando uma diagonal em que suas extremidades seriam os vértices do campo de jogo. Nesse momento da atividade questionei aos alunos se eles sabiam origem da igualdade conhecida como Teorema de Pitágoras. Alguns alunos relataram ter aprendido somente a ‘fórmula’ sem uma explicação acerca da mesma. Busquei então evidenciar sua relação com as áreas de quadrados, desenhando na lousa a figura abaixo (Figura 3).

Figura 3: Origem do Teorema de Pitágoras.



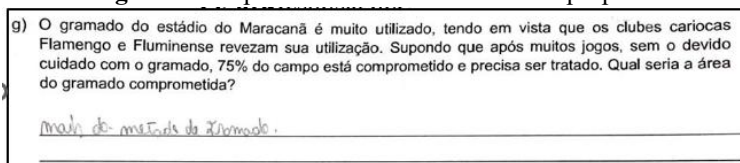
Fonte: Google imagens⁵ com edição dos autores.

Além disso, em relação aos lados do triângulo pitagórico, questionei aos alunos se eles sabiam o motivo do uso da palavra ‘hipotenusa’ referente ao maior lado do triângulo retângulo. Com a negativa na resposta, esclareci que o prefixo ‘hipo’ exprime a noção de diminuição e ‘tenusa’ referia-se a suavidade. Dessa forma, apesar da hipotenusa ser o maior lado, a distância entre os pontos ‘A’ e ‘B’ indica o menor caminho a ser percorrido em detrimento do caminho $(BC)^- + (CA)^-$.

No Rio de Janeiro o gramado do estádio do Maracanã é muito utilizado, tendo em vista que os clubes cariocas Flamengo e Fluminense revezam sua utilização. Contextualizando essa situação recorrente nos campeonatos disputados pelos clubes do Rio de Janeiro, uma das atividades dialogava sobre a ocorrência de muitos jogos ocasionar o comprometimento de 75% do campo de jogo. Dessa forma, foi questionado aos alunos qual seria a área do gramado comprometida.

Na atividade anterior os alunos já haviam calculado a área total do campo de futebol, portanto bastava calcular 75% de 8250 m². A resposta do Aluno C (Figura 4) destacou-se em relação às demais respostas, pois apesar de não ter sido a resposta esperada numericamente, seu raciocínio foi correto ao relatar que 75% é equivalente a mais da metade.

Figura 4: Resposta do aluno C na atividade proposta



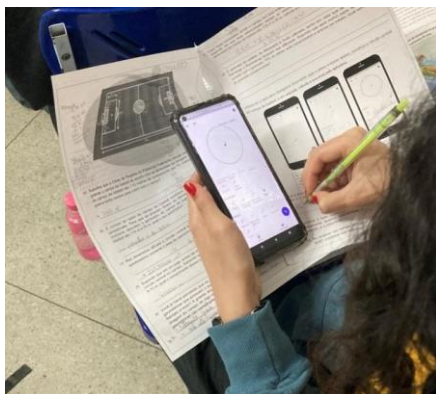
Fonte: Acervo da Pesquisa

Em um terceiro momento, faz-se o uso da tecnologia a partir do aplicativo *GeoGebra Geometria* (Figuras 5). A partir de um passo a passo, indicando as ações aos alunos para a

⁵ Disponível em: <https://i0.wp.com/trabalhosparaescola.com.br/wp-content/uploads/2018/05/teorema-depitagoras.jpg?fit=1187%2C972&ssl=1>

construção de um círculo de raio 9,15, foi calculada a sua área. O objetivo foi que os alunos fizessem uma comparação com a resposta calculada por eles de forma manual na atividade anterior, utilizando $\pi \cong 3,14$. O Aluno D (Figura 6) observou que a diferença entre os valores das áreas possuía relação com o π .

Figura 5: Uso da tecnologia a partir do aplicativo *GeoGebra Geometria*.



Fonte: Acervo da Pesquisa

Figura 6: Resposta do aluno D na atividade proposta

Qual a área do círculo de acordo com o aplicativo Geogebra Geometria? Qual a relação entre esse valor e o que você encontrou o item anterior calculando através da equação da área do círculo?

O valor do π é infinito e com esse app é possível fazer aproximação

Fonte: Acervo da Pesquisa

Semelhante ao Aluno D, o Aluno E (Figura 7) observou que a diferença entre os valores das áreas do círculo possuía relação com o π , relatando que ao fazer uso desse número podem ocorrer variações nos resultados finais (SORIANO e VIANNA, 2022b).

Figura 7: Resposta do aluno E na atividade proposta

Qual a área do círculo de acordo com o aplicativo Geogebra Geometria? Qual a relação entre esse valor e o que você encontrou o item anterior calculando através da equação da área do círculo?

Porque o π é um valor que quando usado pode ocorrer e dar resultados variáveis.

Fonte: Acervo da Pesquisa

A Sequência Didática foi finalizada questionando se os alunos visualizam algum tipo de simetria no campo de futebol, buscando investigar se os estudantes conseguem perceber a simetria de reflexão presente no campo de jogo, como fez o Aluno F (Figura 8).

Figura 8: Resposta do aluno F na atividade proposta

4) A simetria é tudo aquilo que pode ser dividido em partes, de forma que as partes coincidam perfeitamente quando sobrepostas. Existem diferentes tipos de simetria: a reflexiva, a de translação, e a rotacional.

a) Ao analisar um campo de futebol, você consegue visualizar algum tipo de simetria? Se sim, qual? Justifique sua resposta

Sim, reflexiva, pois tem mediana do lado direito e esquerdo

Fonte: Acervo da Pesquisa

6 Considerações finais

Conclui-se com essa pesquisa que foi possível contribuir com o ensino de geometria por meio do desenvolvimento e da execução da Sequência Didática proposta nesse artigo, considerando que, à luz da Modelagem Matemática, os alunos puderam visualizar em seus contextos de vida a presença da matemática e reconhecendo a relevância, a sua aplicabilidade em diversas áreas e o significado da matemática enquanto componente curricular na escola.

Assim sendo, considera-se que futebol também é um importante elemento cultural e de identidade nacional, o qual pode convergir para a discussão de muitos conceitos matemáticos escolares, sobretudo, os geométricos que tangem às medidas dos campos de futebol.

As atividades aqui propostas foram executadas em uma turma da 1ª série do Ensino Médio e obtivemos um retorno positivo por parte dos alunos, não só pela contextualização do futebol, mas também pela elaboração da origem do Teorema de Pitágoras. Apesar do conteúdo ter sido lecionado no 9º ano do Ensino Fundamental Anos Finais, os educandos relataram que o Teorema foi lecionado de forma descontextualizada e por meio da memorização.

Foi perceptível que alguns alunos, apesar de gostarem do esporte, não conseguiam visualizar a grande presença da disciplina no futebol. Além disso, foi interessante notar que os estudantes trouxeram conhecimentos distintos em relação aos comumente ensinados acerca de medições, a saber: medições com passos (pés). Nesse instante, notei ainda mais a presença da Etnomatemática no desenvolvimento do conhecimento.

Nas aulas de matemática, por vezes, os alunos não conseguem relacionar a disciplina com o cotidiano e com as demais áreas do conhecimento devido à forma descontextualizada com que a disciplina é lecionada, tendo como consequência a escassez de significados socioculturais por parte do aluno.

No que concerne à tecnologia na educação matemática, conclui-se que *softwares* podem contribuir para a construção do conhecimento matemático. Mediante as atividades propostas, os alunos puderam construir o círculo utilizando um raio já estipulado, e ainda, investigar o uso do número π nos cálculos matemáticos. Como os smartphones estão muito presentes na vida dos estudantes, eles não tiveram dificuldade para manuseá-lo, apesar de ter sido utilizado pela primeira vez por todos os alunos, os quais chegaram a elogiar a sua funcionalidade durante o seu uso.

Como não se espera que uma pesquisa se finde em si mesma, acreditamos que um caminho interessante para possíveis desdobramentos relacionados ao tema desse artigo seria desenvolver uma Sequência Didática contextualizando a Educação Financeira Crítica no futebol. Algumas noções que podem ser exploradas são: a renda gerada em um jogo de futebol, não somente com ingressos, mas também como toda a população se mobiliza em dias de jogos com venda de bebidas e alimentos; apostas esportivas; a dificuldade de pessoas que vivem em situação de vulnerabilidade social assistir aos jogos presencialmente; alto preço dos ingressos; alto preço dos uniformes etc.

Com a Sequência Didática proposta e experienciada em sala de aula, essa pesquisa segue o que a BNCC sugere para o Ensino Médio no que concerne à área de Matemática e suas tecnologias, explorando objetos do mundo físico e real, de forma contextualizada, atingindo assim uma aprendizagem mais significativa no ensino de matemática (BRASIL, 2018).

Referências

Bassanezi, R. C. (2012). *Temas e modelos*. Campinas, SP: UFABC.

Bairral, M. A.; Marques, F.J. R. (2016). Onde se localizam os pontos notáveis de um triângulo? Futuros professores de matemática interagindo no ambiente vmt com geogebra. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v.18, n.1, pp. 111-130.

Biembengut, M. S. (2016). *Modelagem na Educação Matemática e na Ciência*. São Paulo: Livraria da Física.

Brasil. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular - BNCC*. (2018). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME.

Cabral, N. F. Sequências didáticas: estrutura e elaboração/ Natanael Freitas Cabral. Belém: SBEM / SBEM-PA, 2017.

Confederação Brasileira de Futebol. Regras do Futebol 2020/21. Rio de Janeiro: CBF, 2020.

Cotton, T. (1998). Towards a mathematics education for social justice. [s.i.] (thesis, Ph.D).

Da Matta, R. et. al. (1982). *O universo do Futebol: esporte e sociedade brasileira*. Rio de Janeiro: Pinakothke.

Guterman, M. *O futebol explica o Brasil – Uma história da maior expressão popular do país*. 3. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2021.

Kupper, A. (2018). *O futebol brasileiro como instrumento de identidade*. Mnemosine, [S. l.], v. 14, n. 2.

Magalhães, L. G. *Histórias do futebol*. Livia Gonçalves Magalhães. São Paulo: Arquivo Público do Estado, 2010. 192 p.: il.(Coleção Ensino & Memória, 1). ISBN: 978-85-6344301-4 1. Futebol – História.I. Título. II. Série: Ensino & Memória.

Monteiro, I. A. (2015). *O Desenvolvimento Histórico do Ensino de Geometria no Brasil*. 30 f. Monografia (Graduação em Matemática) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Ipiranga, São Paulo.

Schmidt, G. M.; Pretto, V.; Leivas, J. C. P. História da matemática como recurso didático-pedagógico para conceitos geométricos. *Revista Caderno Pedagógico, Lajeado*, v. 13,n. 1, 2016.

Soriano, S. M.; Santos, O. E. Diálogos acerca do desafio contínuo do combate ao racismo no esporte “do povo”: Educação Matemática Crítica em sala de aula. *Educação Matemática Pesquisa* Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 390–417, 2024.

Soriano, M. S.; Vianna, M. A. (2022a). A matemática presente no futebol brasileiro: uma proposta de sequência didática para a educação básica. *Educação Matemática Sem Fronteiras: Pesquisas em Educação Matemática*, v. 4, n. 2, p. 113-132.

Soriano, M. S.; Vianna, M. A. (2022b). Aprendizagem significativa em matemática: contribuições da origem do π nas medições do círculo. *Revista história da matemática para professores*, v. 8, p. 1-10.

Souza, M. J. A. (2001). *Informática educativa na educação matemática: Estudo de Geometria no ambiente do software Cabri-Géomètre*. Dissertação de Mestrado, Fortaleza: UFC.