

Proposta didática do Teorema de Pitágoras na perspectiva da Aprendizagem Significativa de Ausubel

Maria Eliane de Moura ¹ 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Paulo Cezar Moreira ² 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Scarlett O'Hara Costa Carvalho ³ 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Resumo: O presente artigo tem como objetivo apresentar a concepção e implementação do tópico de Geometria na visão da teoria pedagógica de Ausubel, como uma proposta didática para o do Teorema de Pitágoras por meio da Aprendizagem Significativa. Para o alcance do objetivo, foram estruturados os tópicos referentes à história do matemático Pitágoras, a teoria pedagógica da Aprendizagem Significativa de Ausubel, demonstrações do teorema de Pitágoras e aplicações do teorema de Pitágoras na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Em termos metodológicos, a pesquisa foi de natureza aplicada, com uma abordagem qualitativa e exploratória. Dessa forma, constatou-se que as principais conclusões resultantes da experimentação da proposta didática, os benefícios da metodologia de Aprendizagem Significativa no desenvolvimento da geometria, também no desenvolvimento de competências e no desempenho dos estudantes, não só motivam a aprendizagem, mas também motivam o aluno para compreenderem outras teorias da geometria.

Palavras-chave: Teorema de Pitágoras; Teoria de David Ausubel; Aprendizagem Significativa.

Teaching the Pythagorean theorem from the perspective of Ausubel's Meaningful Learning

Abstract: The main objective of this article is to present the conception and implementation of the topic of Geometry in the view of Ausubel's pedagogical theory, as a didactic proposal for the Pythagorean theorem through meaningful learning. To achieve the objective, topics related to the history of the mathematician Pythagoras, the pedagogical theory

¹ Especialista em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática pelo Instituto Federal do Ceará (2023); Graduação em Pedagogia pela FAVENI (2023) e graduação em Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal do Ceará (2021).  ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9000-0375>, e-mail: elianemoura21@outlook.com

² Mestre em Ciências Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE, Campus Caucaia).  ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2555-4922>, e-mail: paulocezarm@ifce.edu.br

³ Pedagoga. Doutora e Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (PPGE/UECE). Professora substituta do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE, Campus Caucaia). Professora efetiva da Rede Municipal de Guaiúba. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa: Práticas Educativas, Memórias e Oralidades (PEMO/ UECE).  ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0381-0063>, e-mail: scarlettobaracci@gmail.com

of Ausubel's Meaningful Learning, demonstrations of the Pythagorean theorem and applications of the Pythagorean theorem from the perspective of Ausubel's theory of Meaningful Learning were structured. In methodological terms, the research was of an applied nature, with a qualitative and exploratory approach. In this way, it is possible to verify that the main conclusions resulting from the experimentation of the didactic proposal, the benefits of the Meaningful Learning methodology in the development of geometry, also in the development of competences and in the performance of the students, not only motivate the learning, but also motivate the students to understand other theories of geometry.

Keywords: Pythagorean theorem; David Ausubel's Theory; Meaningful Learning.

Propuesta didáctica del Teorema de Pitágoras desde la perspectiva del Aprendizaje Significativo de Ausubel

Resumen: El objetivo de este artículo es presentar la concepción e implementación del tema Geometría desde el punto de vista de la teoría pedagógica de Ausubel, como propuesta didáctica del Teorema de Pitágoras a través del Aprendizaje Significativo. Para alcanzar el objetivo, se estructuraron los temas relativos a la historia del matemático Pitágoras, la teoría pedagógica del Aprendizaje Significativo de Ausubel, las demostraciones del teorema de Pitágoras y las aplicaciones del teorema de Pitágoras desde la perspectiva de la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. En términos metodológicos, la investigación fue de naturaleza aplicada, con enfoque cualitativo y exploratorio. De esta forma, las principales conclusiones resultantes de la experimentación de la propuesta didáctica fueron los beneficios de la metodología del Aprendizaje Significativo en el desarrollo de la geometría, así como en el desarrollo de competencias y desempeño de los estudiantes, no sólo motivando el aprendizaje, sino también motivando a los estudiantes a comprender otras teorías de la geometría.

Palabras-clave: Teorema de Pitágoras; Teoría de David Ausubel; Aprendizaje significativo.

1 INTRODUÇÃO

O atual contexto educacional, no que tange ao ensino matemático, passa por grandes desafios, dado que as metodologias de ensino nem sempre envolvem da forma esperada os alunos. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar concepção e implementação do tópico de Geometria na visão da teoria pedagógica de Ausubel, como uma proposta didática para o do Teorema de Pitágoras por meio da Aprendizagem Significativa. Com efeito, toma-se um dos conteúdos das bases curriculares da geometria: "Teorema de Pitágoras envolvendo soma e equivalência de área".

A pesquisa justifica-se pelo fato de que o nível de proficiência em matemática dos estudantes brasileiros está no pior nível, de acordo com Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), uma vez que 68,1% dos alunos de 15 anos de idade não possuem nível básico de Matemática (INEP, 2018). Tal realidade abrange o estudo da Geometria nas escolas de ensinos fundamental e médio que apresenta dificuldades de assimilação de conteúdos, essencialmente devido às concepções do próprio currículo escolar, o que proporciona deficiências na aprendizagem da disciplina.

Como colocado por Galvão (2022. p. 18), “o fraco desempenho no ensino da Geometria em relação aos alunos é resultado, na maioria das vezes, das práticas docentes que muitas vezes não atendem às suas perspectivas...”. Diante do exposto, a relevância do estudo incide em contribuir para mudanças efetivas na tendência do ensino da Geometria que, no contexto atual, valoriza a memorização de conceitos e propriedades, o que, em muitos casos, não é suficiente, por conseguinte, não são compreendidos por partes dos estudantes.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada quanto à natureza da pesquisa é aplicada, pois busca um entendimento sólido da realidade para “gerar conhecimento de aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Tal percepção assegura que o levantamento realizado possibilita esclarecimentos concretos sobre a realidade educacional” (SILVEIRA E GERHARDT, 2009, p. 35).

Quanto à abordagem da pesquisa, é qualitativa, posto que a maior parte dos estudos qualitativos se preocupa com o contexto dos acontecimentos e centra a sua investigação naqueles espaços em que os seres humanos estão diretamente envolvidos e interessados em avaliar e experimentar. Como explica Silveira e Gerhardt, (2009, p. 32) “a pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.”

No tocante aos objetivos, a pesquisa é exploratória, por visar “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (SILVEIRA E GERHARDT, 2009, p. 35). Nesse caso, o contexto da sala de aula expressa necessidades pedagógicas fundamentais, mas ao mesmo tempo é o ambiente mais adequado para tornar mais participativa a formação de habilidades matemáticas e o raciocínio geométrico dos alunos dos ensinos fundamental e médio.

No que se refere aos procedimentos, a pesquisa é do tipo bibliográfica que, segundo Fonseca (2002, p. 32), é organizada

[...] a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta.

Nesse sentido, a pesquisa bibliográfica teve como base os estudos referentes a diferentes demonstrações do teorema de Pitágoras com abordagens lúdicas na perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel. A seguir, serão descritas demonstrações lúdicas do teorema de Pitágoras que no contexto escolar representam possibilidades para abordagem do conteúdo matemático no 9º ano do ensino fundamental, assim como o Ensino Médio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No contexto da educação brasileira, os resultados que têm sido dados na aprendizagem da Matemática não têm sido suficientes, deixando muito a desejar. De acordo com o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), 68,1% dos alunos de 15 anos de idade não possuem nível básico de Matemática (INEP, 2018). Tal situação é preocupante, levando em consideração que os conteúdos básicos são essenciais para uma progressão ao ensino médio.

A seguir são apresentados os aspectos teóricos mais relevantes, o que torna necessário revisar o conceito de competências que entrou na educação dos ensinos fundamental e médio. Isso inclui, além da revisão da competência matemática e do modelo de Ausubel, aspectos fundamentais como o aprendizado do raciocínio geométrico e seu lugar nos padrões básicos de competência. A Base Nacional Comum Curricular define competência (2018, p.8)

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

A escolha do teorema de Pitágoras se deu por ser o teorema mais conhecido e provado na Matemática (GARBI, 2010), dada a sua aplicabilidade algébrica, o desenvolvimento conceptual dos números irracionais, o conceito de distância entre dois pontos, as relações dos lados de um triângulo retângulo, o cálculo de medidas e a definição de razões trigonométricas. Devido à sua ligação com o pensamento geométrico, este teorema ocupa um lugar importante nos ensinos fundamental e médio.

No entanto, os conteúdos de Geometria costumam ser apresentados aos alunos como o produto acabado da atividade matemática, ou seja, o ensino tradicional dessa disciplina tem enfatizado a memorização de fórmulas para cálculo de áreas, volumes, definições de Geometria, teoremas e propriedades, por meio de elaborações mecanicistas e descontextualizadas.

Além disso, existem várias investigações sobre a evolução do conhecimento e aprendizagem na área da Geometria, mas as diferentes situações que surgem na sala de aula mostram a necessidade, por parte de professores e alunos, para promover uma aprendizagem

mais significativa, com base em uma abordagem de competência. Portanto, as transformações necessárias para alcançar um maior aprendizado requerem uma visão geral do contexto de ensino e aprendizagem da Geometria, o que permitirá que ações sejam tomadas para melhorar e corrigir possíveis erros.

3.1 A história de Pitágoras e a teoria pedagógica da Aprendizagem Significativa de Ausubel

A história de Pitágoras de Samos é carregada de mistério e dados não comprovados, de modo que nenhuma informação pode ser considerada totalmente verdadeira. Tudo que se sabe vem de registros realizados séculos após sua morte. Isso porque os documentos da época nunca foram encontrados. Os primeiros registros da vida de Pitágoras permitem acreditar que ele nasceu em meados do ano 572 a.C., em Samos, uma ilha do mar Egeu. Historiadores acreditam que, por motivos relacionados à perseguição política, o matemático fugiu para Crotona, uma cidade ao sul da Itália, onde fundou a Escola Pitagórica.

A Escola Pitagórica se constituía de uma base comunitária e secreta. Nesse contexto, muito se especula sobre seus fundamentos e suas descobertas ao longo de sua existência. A instituição tinha direcionamentos para a religião e estudos nos campos da Matemática, Música e Astronomia. Os discípulos de Pitágoras, conhecidos como pitagóricos, eram considerados possuidores de grande inteligência e, por terem uma formação que envolvia diversas áreas do conhecimento, ocupavam cargos de relevância na sociedade da época.

As descobertas realizadas pelos alunos de Pitágoras eram atribuídas ao mestre. Sendo assim, a designação da descoberta do teorema ao matemático Pitágoras não garante que ele tenha realizado o feito, mas existe a possibilidade de que alguns de seus seguidores tenham realizado a demonstração do teorema e devido à escola possuir um caráter comunitário, os estudos realizados são atribuídos ao mestre e não necessariamente ao indivíduo que realizou as observações. Como citado por Eves (2011, p. 97)

Como os ensinamentos da escola eram inteiramente orais e como era costume da irmandade atribuir todas as descobertas ao reverenciado fundador, é difícil agora

saber exatamente que descobertas matemáticas se devem ao próprio Pitágoras e quais se devem a outros membros da confraria.

Sendo assim, fica evidente que a verdade em torno da descoberta do teorema de Pitágoras permanece um mistério, bem como os acontecimentos que envolvem a vida do matemático e a escola Pitagórica.

Ao longo da história, inúmeros estudiosos buscam entender os processos de aprendizagem e nessa perspectiva o psicólogo da educação David Paul Ausubel nascido em 25 de outubro 1918 no Brooklyn, Nova Iorque direcionou sua vida acadêmica à Educação e desenvolveu a teoria da Aprendizagem Significativa, a qual oferece grande relevância para o processo de ensino e aprendizagem dos discentes, pois seus estudos estão direcionados ao cotidiano da sala de aula nas escolas.

De acordo com Ausubel, o professor conhecer os saberes prévios dos alunos e direcionar o ensino dos conceitos, com base nesses saberes, representa fator determinante para a assimilação significativa do objeto de ensino. Como destaca Moreira, (1982, p. 7)

Para Ausubel, a Aprendizagem Significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura cognitiva de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceitos subsunçores ou, simplesmente, subsunçores (subsumers), existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Sendo assim, o processo de aprendizagem ocorre na estrutura cognitiva do indivíduo de modo que o novo conhecimento se conecta com saberes existentes que são classificados pelo autor como conceitos subsunçores.

Ausubel afirma ainda que a Aprendizagem Significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. A primeira ocorre quando o objeto de estudo é meramente absorvido pela estrutura cognitiva sem ligação com nenhum elemento de conhecimento e/ou experiência do sujeito; a segunda, por sua vez, ocorre quando o objeto de estudo é ancorado a saberes relevantes preexistentes. Tal ancoragem resulta em modificações nos subsunçores, de modo que promova a ampliação do conhecimento. Sendo assim, os conhecimentos prévios do discente

servem como âncora para Aprendizagem Significativa dos novos conteúdos escolares. Para o teórico, o processo de aprendizagem acontece de maneira organizada e pode ser mecânica ou significativa.

O autor destaca ainda dois aspectos fundamentais para que ocorra a Aprendizagem Significativa: o primeiro, o interesse em aprender do discente; e o segundo, o material de aprendizagem disponibilizado. Ou seja, a predisposição para aprender por parte do estudante é fator determinante para que a consolidação de novos saberes seja possível, como também a maneira como os conceitos são abordados pelos docentes em sala de aula para melhor assimilação e ancoragem com os subsunçores na estrutura cognitiva, ou seja, para que a aprendizagem seja significativa é essencial essa conexão, uma vez que os novos conceitos se ancoram.

Diante disso, a implementação da metodologia de Aprendizagem Significativa no ensino do conteúdo do "Teorema de Pitágoras", correspondente à unidade de Geometria representa uma abordagem valiosa, uma vez que no ensino matemático essa base de significação é essencial, pois a linguagem matemática pode parecer fora da realidade de entendimento do aluno. No que concerne ao teorema de Pitágoras, que se insere no 9º ano do ensino fundamental e percorre o ensino médio, faz-se necessário a inter(ligação) do que o aluno conhece com o conteúdo matemático do currículo escolar para que o aprendizado faça sentido. Dessa forma, traz-se demonstrações lúdicas do teorema de Pitágoras utilizando os princípios de Ausubel que serão explicitadas a seguir.

3.2 Demonstrações lúdicas do Teorema de Pitágoras utilizando os princípios de Ausubel

A demonstração do Teorema de Pitágoras de forma lúdica, com base no modelo de Ausubel, incide em uma possibilidade para a exposição dos conceitos relacionados ao conteúdo em questão de maneira leve e atrativa para os estudantes em sala de aula. A seguir serão exibidas três demonstrações lúdicas do teorema com uso de materiais acessíveis. A primeira demonstração será realizada com uso do Tangram, a segunda com uso do dominó e a terceira com uso de papel (dobraduras). De modo que, as demonstrações propostas

representam possibilidades de abordagens do ensino do Teorema de Pitágoras em sala de aula com uso de materiais de fácil acesso.

3.2.1 Demonstração do teorema de Pitágoras com uso do Tangram

O Tangram é um jogo matemático que apresenta inúmeras possibilidades no estudo da Geometria. De acordo com Willams G. Pereira (2019, p. 9), “O Tangram possui um forte apelo lúdico e oferece àquele que brinca um envolvente desafio. As formas geométricas que o compõem, permitem que os professores vejam neste material a possibilidade de inúmeras explorações.”

A demonstração lúdica do teorema de Pitágoras por meio da utilização do Tangram corresponde uma ferramenta valiosa, pois tomando como base os conhecimentos prévios dos discentes referentes às sete figuras geométricas planas que compõem o Tangram (1 quadrado, 2 triângulos grandes, 1 triângulo médio, 2 triângulos pequenos e 1 paralelogramo), é possível ancorar de maneira organizada novos conhecimentos aos preexistentes na estrutura cognitiva. Observe as imagens abaixo.

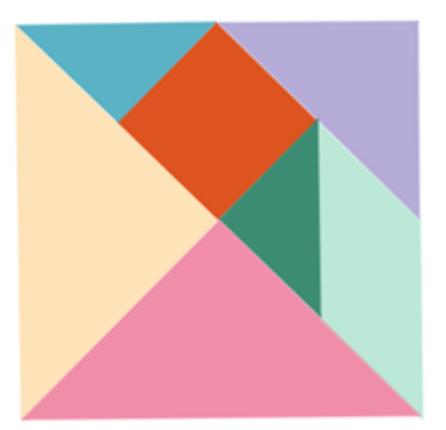


Figura 1 – Jogo Tangram com sete peças
Fonte: elaboração própria (2023)



Figura 2 – Teorema de Pitágoras e o Tangram
Fonte: elaboração própria (2023)

Na abordagem em sala de aula é necessário no primeiro momento, retomar definições e propriedades estudadas nos anos anteriores e em seguida disponibilizar para os

alunos dois tangrans iguais, com peças de mesmas dimensões. Tomando por base o triângulo retângulo grande que compõe o jogo, deve-se solicitar que o discente manipule as peças, de modo a observar que, para formar o quadrado com lado correspondente à hipotenusa, é necessária a utilização das sete peças do jogo. Para montar os dois quadrados que possuem os lados iguais aos catetos do triângulo, são necessárias as sete peças do Tangram, a fim de validar o teorema. Mais uma possibilidade de demonstração desse teorema é utilizar o jogo dominó, conforme veremos a seguir.

3.2.2 Demonstração do teorema de Pitágoras com uso do jogo dominó

Para a segunda demonstração, o discente terá como material lúdico de apoio o jogo dominó, que, em situações diversas, oferece enorme potencial para o ensino matemático. O jogo dominó é formado por 28 peças retangulares. Enquanto ferramenta concreta de ensino pode auxiliar os estudantes no 9º ano do ensino fundamental, assim como ensino médio no estudo do teorema de Pitágoras.

O jogo pode ser confeccionado pelo próprio educador, impresso e/ou adquirido em lojas, sendo assim corresponde a uma alternativa viável e acessível para o professor durante a exposição dos conceitos e demonstração. O aluno terá acesso às peças do dominó e um triângulo retângulo construído e será instigado a montar quadrados com as peças do jogo, de modo a formar quadrados de lados iguais ao lado do triângulo retângulo. E assim, ser capaz de fazer as observações que descrevam o teorema de Pitágoras. Veja a figura abaixo:

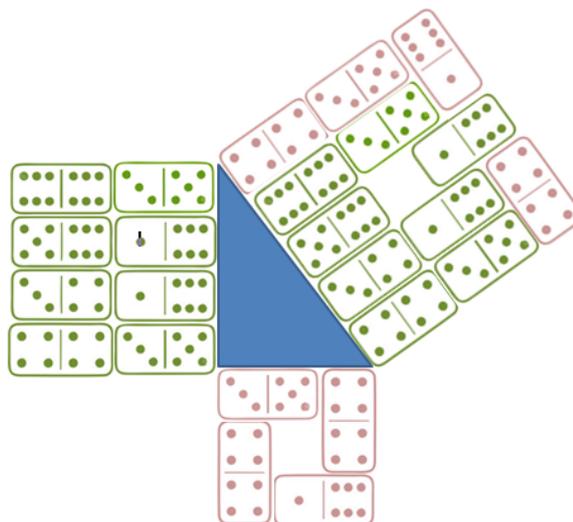


Figura 3 – Teorema de Pitágoras e o jogo Dominó
Fonte: elaboração própria (2023)

O uso do dominó para demonstração do teorema de Pitágoras permite a criação do modelo visual apresentado na figura 3, de modo que as peças do jogo foram arranjadas de modo a formar os quadrados dos comprimentos dos lados do triângulo retângulo. A seguir, traremos uma demonstração desse teorema por dobraduras.

3.2.3 Demonstração do teorema de Pitágoras por dobraduras

Para a terceira demonstração, serão necessárias duas folhas de papel A4. No primeiro momento, a orientação consiste em construir dois quadrados iguais, para isso basta posicionar uma das folhas de papel A4, de modo que os lados menores da folha estejam na horizontal e, em seguida, dobrar o canto superior direito da folha na horizontal, até tocar o lado oposto, formando um triângulo na parte superior do papel. Por último, basta cortar a parte inferior do papel sob o triângulo. Ao abrir a folha, obtém-se um quadrado perfeito. Deve-se repetir os mesmos passos na segunda folha e assim confeccionar dois quadrados iguais. Reserva-se um dos quadrados e no outro realiza-se marcações iguais nos quatro lados desse quadrado. Em seguida, com uma régua, deve-se unir as marcações formando quatro triângulos retângulos de acordo com a figura abaixo (Figura 4):

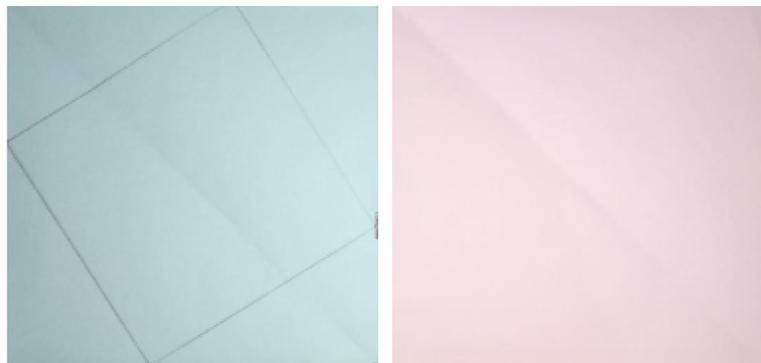


Figura 4 – Quadrado com marcações que formam 4 triângulos
Fonte: elaboração própria (2023)

Posteriormente, deve-se recortar os quatros triângulos retângulos do quadrado e assim formar um quadrado menor de lado **a**. Ao posicionar os quatro triângulos retângulos sobre o quadrado maior, é possível observar que a área restante corresponde a dois quadrados de lados **c** e **b**. Para assim evidenciar que a área do quadrado de lado **a** é igual à soma das áreas dos quadrados de lados **b** e **c**. Com efeito, o discente poderá destacar que os lados dos triângulos são respectivamente **a**, **b** e **c**, sendo a hipotenusa (**a**) e os catetos (**b** e **c**), conseqüentemente, $a^2 = b^2 + c^2$ (Figura 5).

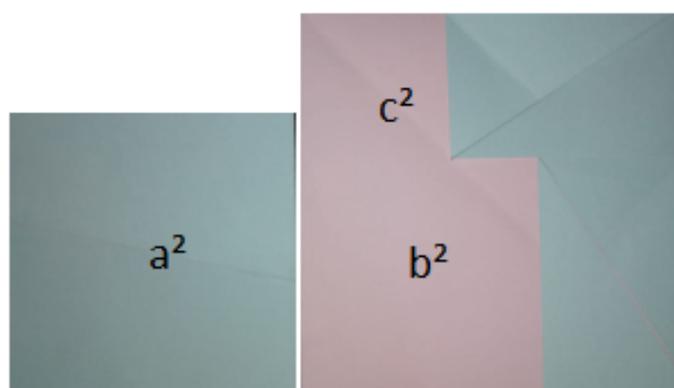


Figura 5 – Teorema de Pitágoras e papel A4
Fonte: elaboração própria (2023)

A Geometria constitui uma habilidade fundamental na formação acadêmica por ser uma competência básica. Nesse sentido, com o intuito de melhorar os níveis de desempenho

nesta área, aplicando os níveis de raciocínio geométrico propostos pelo modelo de Ausubel, propõe-se uma série de atividades de aprendizagem relacionadas às experiências da vida cotidiana que despertam a curiosidade do aluno, além de promover o uso de material concreto e a solução de confronto de problemas. Assim, os estudantes são convidados a refletir, bem como a procurar formas de desenvolver o pensamento autônomo, melhorar competências e desenvolvê-las baseadas no raciocínio geométrico. Para o desenvolvimento desta proposta, serão implementadas várias estratégias baseadas na abordagem por competências, que permitirão abordar, num ambiente de aprendizagem colaborativa, a melhoria do raciocínio matemático-geométrico dos alunos dos ensinos fundamental e médio.

4 APLICAÇÕES DO TEOREMA DE PITÁGORAS E A TEORIA DE AUSUBEL

A demonstração do Teorema de Pitágoras, fazendo uso dos princípios da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, incide em uma possibilidade, tendo em vista que, considerando os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do discente, é possível abordar novos conceitos e assim construir de maneira organizada e hierárquica conhecimentos mais complexos. Abaixo será exposta a aplicação da teoria para abordagem do teorema em questão.

No primeiro momento, cabe ao docente saber quais conhecimentos prévios o aluno possui e a partir dessa informação apresentar novos conceitos, de modo que os ensinamentos possam ser ancorados os dados na estrutura cognitiva de forma organizada.

Demonstração: O teorema de Pitágoras e a circunferência

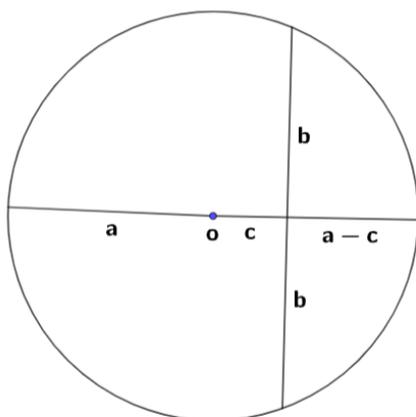


Figura 6 – Circunferência de centro O a, b e c
Fonte: elaboração própria (2023)

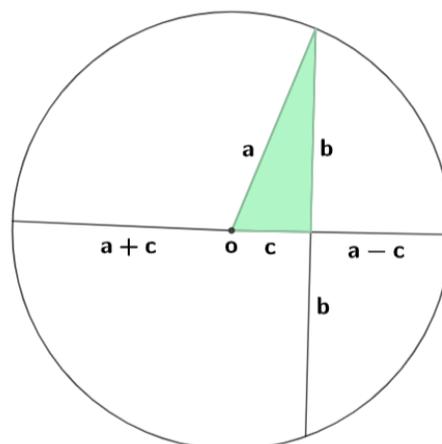


Figura 7– Triângulo retângulo de lados
Fonte: elaboração própria (2023)

Na demonstração apresentada (Figuras 6 e 7) à circunferência de centro O e raio a, temos que, traçando uma corda $2b$, temos que o produto $(a + c) \cdot (a - c)$ é igual ao produto $b \cdot b$. Assim: $(a + c) \cdot (a - c) = b \cdot b \Rightarrow a^2 - ac + ca - c^2 = b^2$. Simplificando, obtemos: $a^2 - c^2 = b^2 \Rightarrow a^2 = b^2 + c^2$

Para que a aprendizagem seja significativa com base na teoria de Ausubel, o educando necessita ter conhecimentos prévios para ancoragem dos novos saberes. Nessa perspectiva, os conceitos de circunferência, centro da circunferência, raio, corda, devem apresentar significados para que seja possível a ligação dos novos saberes a esses subsunçores presentes na estrutura cognitiva.

Tendo em conta que o Teorema de Pitágoras é exigido no 9º ano do ensino fundamental pelas necessidades de auxiliar com a disciplina de Física nos estudos de vetores, é oportuno aventurar-se na solução de triângulos retângulos e no cálculo de distâncias ou alturas, e também para definir as razões trigonométricas. Nesse sentido, a pesquisa orienta um processo para que alunos dos ensinos fundamental e médio se aventurem e se apropriem desse teorema, não de forma mecânica, mas por meio do lúdico no ensino fundamental e do rigor no ensino médio. Para isso, a partir do modelo de Ausubel, propõe-se uma série de atividades de aprendizagem relacionadas a imagens e experiências cotidianas que despertam

a curiosidade por meio do uso de material concreto, que visam desenvolver a competência matemática.

De acordo com as considerações realizadas, a Aprendizagem Significativa ajuda os estudantes a melhorar o seu nível de raciocínio, gerar novas ideias, desenvolver a criatividade e o pensamento crítico, propõe a atribuição de papéis específicos aos estudantes que os ajudem a participar na atividade. Isto evita que o trabalho seja realizado e centralizado pelo professor, a fim de que ele passe a ser um mediador. Na sequência Ausubel, no ensino e aprendizagem da Geometria, o significativo facilita a visualização, o desenho, a comunicação e a capacidade de raciocínio, raciocínio lógico e competências de transferência, que são difíceis de reforçar com a metodologia tradicional.

No entanto, é necessário mencionar que a utilização desta metodologia exige cautela, uma vez que esta deve estar sujeita às atividades que conduzam realmente a uma aprendizagem adequada dos conteúdos geométricos e ao desenvolvimento das competências geométricas mencionadas. De um ponto de vista social, a Aprendizagem Significativa permite aos estudantes sentirem-se mais à vontade e serem mais participativos nas aulas de Geometria, com mais autoconfiança. Com efeito, esta Aprendizagem Significativa propõe uma forma diferente de organizar o ensino, baseia-se na realização de uma atividade, orientada de tal forma que cada aprendiz é considerado responsável pela sua própria aprendizagem e está motivado para melhorar a aprendizagem de todos os integrantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado nesse trabalho possibilitou uma abordagem do Teorema de Pitágoras na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel. Este teórico adaptou uma metodologia de investigação de natureza qualitativa, descritiva e dissertativa. Os tópicos foram descritos de forma lúdica para facilitar e estimular o gosto pela geometria.

Tendo em vista que a concepção e implementação do tópico de Geometria na visão da teoria pedagógica de Ausubel foi apresentada ao longo da pesquisa, como uma proposta didática para o ensino da Geometria, por meio da Aprendizagem Significativa, de modo a

considerar os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do discente. Nesse sentido, fica evidente que o professor viabiliza o desenvolvimento das competências e habilidades geométricas ao abordar o teorema de Pitágoras de forma lúdica e, posteriormente, finalizando com o rigor algébrico.

Por meio da experimentação da proposta didática, foi possível identificar os antecedentes teóricos e a tendência atual relativa ao desenvolvimento da Geometria, de modo a verificar os benefícios da metodologia de Aprendizagem Significativa no desenvolvimento da Geometria, de competências geométricas desenvolvidas nos alunos dos ensinos fundamental e médio e no desempenho dos estudantes.

A pesquisa orienta um processo para que alunos dos ensinos fundamental e médio se aventurem e se apropriem no Teorema de Pitágoras, não de forma mecânica, mas por meio do lúdico. Sendo assim, os pontos abordados possibilitam determinar as competências geométricas a serem desenvolvidas nos alunos do ensino fundamental e médio na aplicação do Teorema de Pitágoras.

Para determinar as técnicas e estratégias de ensino e aprendizagem que predominam na Aprendizagem Significativa, foram propostas atividades de aprendizagem relacionadas a imagens e experiências cotidianas que despertam a curiosidade dos indivíduos por meio do uso de material concreto e visam desenvolver a competência matemática. Nesse sentido, o professor, ao adotar a teoria da Aprendizagem Significativa, necessita considerar os saberes prévios presentes na estrutura cognitiva do aluno, e a partir desses conhecimentos promover situações que manifestem relevância e sentido para o aluno.

Portanto, o estudo da Geometria intuitiva nos currículos escolares de Matemática foi abandonado como consequência da adoção da "Matemática moderna". Do ponto de vista didático, científico e histórico, considera-se atualmente uma necessidade incontornável de recuperar o sentido espacial intuitivo em toda a Matemática, não apenas no que se refere à Geometria. O grande desafio incide em identificar os saberes prévios presentes na estrutura cognitiva do discente.

Nessa perspectiva, fica como sugestão para novos estudos o desenvolvimento de abordagens e técnicas para ancoragem dos novos conhecimentos na concepção da Aprendizagem Significativa, de maneira a facilitar a adesão da proposta pelos docentes.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**. Editora: Edgard Blücher, São Paulo, 1996.
- DI PIERRO NETTO, Scipione. **Matemática – conceitos e histórias**. São Paulo: Editora Scipione, 1996.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL (2019). PISA 2018. **Relatório Nacional**. Brasília, DF: INEP/MEC.
- EVES, Howard. - **Introdução à história da matemática** / Howard Eves; tradução Hygino H. Domingues. 5a ed. - Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GARBI, Gilberto Geraldo. **A Rainha das Ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da Matemática**. 5. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2010.
- GALVÃO, Janaína Teodoro dos Santos. - **O ensino do Teorema de Pitágoras: Concepções de professores e uma proposta de abordagem**. Campus I – Campina Grande Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. - 2022. 126 p.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- PEREIRA, Willams Gomes. **O jogo Tangram como material lúdico no Ensino da Matemática em geometria plana** [manuscrito] / Willams Gomes Pereira. - 2019.
- RIBEIRO, Vanessa Vânia Silva Marinho. **Revisitando o Teorema de Pitágoras**. Viçosa, MG, 2013. Disponível em:
<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5882/1/texto%20completo.pdf> Acesso em 10 de janeiro de 2023. 110 p.
- SILVA, J. E. B.; FANTI, E. L. C.; PEDROSO, H. A. Teorema de Pitágoras: extensões e generalizações. Disponível em: C.Q.D. - **Revista Eletrônica Paulista de Matemática**,

Bauru, v. 6, p. 21-47, jul. 2016. Disponível em:
<https://www.fc.unesp.br/Home/Departamentos/Matematica/revistacqd2228/v06a03-teorema-de-pitagoras.pdf>. Acesso em 08 de janeiro de 2023.

SILVA, D. B. P. **Proposta para o ensino de semelhança**. Rio de Janeiro, 2013.

Recebido em: 20 de outubro de 2023.

Aceito em: 3 de novembro de 2023.

Publicado online em: 17 de novembro de 2023.