

**SITUAÇÃO DIDÁTICA OLÍMPICA SOB A PERSPECTIVA DA  
TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS: UMA APLICAÇÃO  
COM PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL NA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ (BRASIL)**

---

SITUACIÓN DE ENSEÑANZA OLÍMPICA DESDE LA PERSPECTIVA DE  
LA TEORÍA DE LAS SITUACIONES DE ENSEÑANZA: UNA  
APLICACIÓN CON PROFESORES DE FORMACIÓN INICIAL DE LA  
UNIVERSIDAD ESTATAL VALE DO ACARAÚ (BRASIL)

---

OLYMPIC TEACHING SITUATION FROM THE PERSPECTIVE OF THE  
THEORY OF TEACHING SITUATIONS: AN APPLICATION WITH  
INITIAL TRAINING TEACHERS AT THE VALE DO ACARAÚ STATE  
UNIVERSITY (BRAZIL)

DOI: 10.22481/rbba.v10i01.8393

José Gleison Alves da Silva  
Secretaria de Educação de Sobral – SEDUC, Ceará, Brasil  
ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7114577315719268>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3093-0239>  
Endereço eletrônico: [gleison.profmat.seduc@gmail.com](mailto:gleison.profmat.seduc@gmail.com)

Francisco Régis Vieira Alves  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Sobral, Ceará, Brasil  
Bolsista de produtividade do CNPQ  
ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3288513376230522>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3710-1561>  
Endereço eletrônico: [fregis@ifce.edu.br](mailto:fregis@ifce.edu.br)

Daniel Brandão Menezes  
Universidade Estadual Vale do Acaraú, Ceará, Brasil  
Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, Brasil  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5930-7969>  
Endereço eletrônico: [brandaomenezes@hotmail.com](mailto:brandaomenezes@hotmail.com)

## RESUMO

Esse escrito tem o objetivo de analisar uma Situação Didática Olímpica - SDO, com o uso do *software* GeoGebra, sob a perspectiva da Teoria das Situações Didáticas - TSD aos professores em formação inicial na Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. Estrutturamos nossa pesquisa com base nas etapas da Engenharia Didática - ED, no entanto, por ter um direcionamento à formação inicial do professor de Matemática, utilizamos a terminologia Engenharia Didática de Formação - EDF. Além disso, a SDO foi estruturada sob a perspectiva da TSD. A Experimentação ocorreu no curso de Matemática da UVA por intermédio da plataforma *Google Meet*, de modo Remoto, com licenciandos do curso de Matemática e que atuam como professores orientadores do Programa de Iniciação Científica Júnior – PIC. Os dados coletados foram baseados nas etapas da TSD e validados conforme a característica da ED, confrontando Análise *a priori* e Análise *a posteriori* (validação interna). Concluímos que o *software* GeoGebra foi bastante útil no auxílio à resolução da SDO, por meio da visualização e da dinamização da figura e que o problema permitiu aos licenciandos a vivenciarem as etapas da TSD percorrendo um caminho análogo ao de um matemático na construção do conhecimento.

**Palavras-chave:** OBMEP; GeoGebra; Formação Inicial;

## RESUMEN

Este escrito tiene como objetivo analizar una Situación Didáctica Olímpica - SDO, utilizando el *software* GeoGebra, desde la perspectiva de la Teoría de Situaciones Didácticas - TSD a docentes en formación inicial en la Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. Estructuramos nuestra investigación en base a los pasos de la Ingeniería Didáctica - ID, sin embargo, como está dirigida a la formación inicial del docente de Matemáticas, utilizamos la terminología Ingeniería de Formación Didáctica - IFD. Además, el SDO se estructuró desde la perspectiva de TSD. La Experimentación se llevó a cabo en el curso de Matemáticas de la UVA a través de la plataforma *Google Meet*, de forma remota, con egresados del curso de Matemáticas y que actúan como profesores supervisores del Programa de Iniciación Científica Junior - PIC. Los datos recogidos se basaron en las etapas del TSD y se validaron según la característica del ID, comparando Análisis *a priori* y Análisis *a posteriori* (validación interna).

Concluimos que el software GeoGebra fue muy útil para ayudar a resolver el SDO, a través de la visualización y dinamización de la figura y que el problema permitió a los egresados experimentar las etapas del TSD siguiendo un camino análogo al de un matemático en la construcción de conocimiento.

**Palabras clave:** OBMEP; GeoGebra; Formación inicial.

### **ABSTRACT**

This paper aims to analyze an Olympic Didactic Situation - ODS, using the GeoGebra software, from the perspective of the Theory of Didactic Situations - TDS to teachers in initial training at Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. We structured our research based on the stages of Didactic Engineering - DE, however, as it has a focus on the initial formation of the Mathematics teacher, we use the terminology Didactic Engineering of Formation - DEF. Furthermore, the ODS was structured from the perspective of the TDS. The Experimentation took place in the Mathematics course at UVA through the Google Meet platform, remotely, with graduates of the Mathematics course and who act as supervising professors of the Junior Scientific Initiation Program - PIC. The collected data were based on the steps of the TDS and validated according to the characteristic of the DE, comparing Analysis a priori and Analysis a posteriori (internal validation). We conclude that the GeoGebra software was very useful in helping to resolve the ODS, through the visualization and dynamization of the figure and that the problem allowed the undergraduate students to experience the stages of the TDS following a path analogous to that of a mathematician in the construction of knowledge.

**Keywords:** OBMEP; GeoGebra; Initial training.

## **INTRODUÇÃO**

Com as mudanças no cenário educacional que vêm ocorrendo no desenvolvimento de metodologias de ensino e a inclusão de tecnologias para o ensino de Matemática, o professor passa a ser continuamente desafiado e a se renovar cada vez mais nas suas práticas pedagógicas. Conforme Fiorentini (2008, p. 45) as mudanças ocorrem porque

Os saberes e os processos de ensinar e aprender, tradicionalmente desenvolvidos pela escola, se tornaram cada vez mais obsoletos e desinteressantes para o aluno. O professor passou a ser continuamente desafiado a atualizar-se e tentar ensinar de um modo diferente daquele vivido em seu processo de escolarização e formação profissional.

Fiorentini (2008) destaca que os processos de ensino e de aprendizagem estão continuamente em atualização, os alunos vivem hoje em um mundo tecnológico, em que tem por perto vídeos no *YouTube*, aplicativos de aprendizagem, *softwares*, redes sociais, entre outras ferramentas que venha a somar ao seu aprendizado. Da mesma forma, os professores necessitam se adequar a esse novo “modelo de ensino” que envolve essas novas ferramentas e possibilite instigar o interesse do aluno quanto ao aprendizado. Desse modo, é importante qualificar cada vez mais os programas de formação de professores, continuada e inicial, para que essa transformação seja feita de forma que venha a suprir as necessidades dos mesmos.

Esse processo de formação se estende também aos professores que ensinam no contexto das Olimpíadas de Matemática (OBMEP, OBM, IMO, etc.), devido a pouca adesão a programas (a nível nacional) com foco nas preparações de alunos para as provas olímpicas, poucas são as atividades diferenciadas das formas tradicionais de ensino, o que dificulta o acesso e a inclusão de mais alunos em atividades olímpicas vivenciando a resolução de problemas contido nesse modelo de prova.

Alves (2021) demonstra certa preocupação quanto aos professores que não participam diretamente no processo de construção do material abordado ou em programas de formação para o ensino de olimpíadas, tanto pelo conhecimento matemático exigido, como por uma preparação necessária para as construções dos problemas. Essa preocupação quanto à participação dos professores, também se restringe devido à dificuldade e a complexidade de alguns problemas contidos em provas olímpicas (AZEVEDO; ALVES, 2020).

Essas preocupações destacadas anteriormente são pertinentes, isso porque se limita aos professores o desenvolvimento de métodos que se utilizem desses problemas de olimpíadas em sala de aula, quanto ao uso de ferramentas tecnológicas, *softwares* dinâmicos e a adaptação que atinja um público alvo maior. Destaco essa “adaptação” devido ao “caráter “seletivo” e “classificador” da população de estudantes que participa de competições oficiais em Matemática” (ALVES, 2021, p. 117).

O nível das questões que são propostas por esse certame, com alto grau de formalidade (WIEST, 2017), o que requer dos professores preparação, estudo e aprofundamento em relação

aos materiais da OBMEP, o que necessita de tempo, dedicação e metodologias de ensino que venham a contribuir para essa adaptação. A partir desse contexto, cabe ao professor conhecer estratégias que possibilitem a inserção dos problemas de olimpíadas em um ambiente de sala de aula, para que possam abranger todos os discentes no tocante à oportunidade de vivenciar a resolução desse tipo de problema.

Este artigo traz dados de uma Dissertação de Mestrado realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado Ceará – IFCE (SILVA, 2021) e tem o objetivo de analisar uma Situação Didática Olímpica – SDO, com o uso do *software* GeoGebra, sob a perspectiva da Teoria das Situações Didáticas – TSD, aos professores em formação inicial.

Esses futuros professores são licenciandos do curso de Matemática da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Sobral, Ceará, Brasil e foram escolhidos devido à atuação como professores orientadores do Programa de Iniciação Científica Júnior – PIC. Essa escolha proporcionou ao pesquisador apresentar uma metodologia de ensino utilizando Situações Didáticas Olímpicas – SDO aos professores orientadores que desenvolvem atividade diretamente com alunos que estão em contatos com problemas de olimpíadas de Matemática.

Essas sequências didáticas são construídas a partir de problemas decorrentes de competições olímpicas, ou como denominaremos de Problemas Olímpicos-PO, cuja abordagem e características são direcionadas para alunos competidores (ALVES, 2021).

Como ferramenta auxiliar na adaptação dos Problemas Olímpicos – PO, utilizamos o *software* GeoGebra, a escolha desse, acontece devido à facilidade do seu uso tanto pelo computador quanto pelo celular, o que expande a possibilidade do uso em sala de aula. Além disso, possibilita aos licenciandos a dinamização e visualização da figura apresentada na situação-problema, o que proporciona uma maior exploração de propriedades matemáticas.

A SDO foi estruturada na perspectiva da TSD, teoria que tem como objetivo criar um ambiente de ensino proporcionando a interação entre estudantes, professores e o conhecimento matemático (ALMOULOU, 2007; TEIXEIRA; PASSOS, 2013), ademais a análise dos dados baseou-se nas suas etapas por intermédio de fotos, escritos e diálogos dos licenciandos. A pesquisa foi organizada seguindo os pressupostos da Engenharia Didática – ED (ARTIGUE, 1995), no entanto, devido ao público ser licenciandos em formação inicial utilizamos os pressupostos de uma Engenharia didática de 2º geração ou Engenharia Didática de Formação – EDF (ALMOULOU; SILVA, 2012; PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Teoria das Situações Didáticas e a noção de Situação Didática Olímpica

A sequência didática se estrutura de acordo com as etapas da TSD (BROUSSEAU, 1986), essa teoria tem o objetivo centrado não no aluno, mas na situação didática a ser proposta, em que se permita um processo de interação entre professor–aluno–*milieu* (meio), permitindo aos sujeitos a construção do conhecimento de forma autônoma e interativa (ALMOULOU, 2007).

Esse meio ou *milieu* pode ser representado por um jogo, um problema, uma situação de ensino ou diversas maneiras que visem a obtenção do aprendizado do estudante. Nesse caso, o meio em que propomos diz respeito a uma Situação Didática Olímpica - SDO. Contudo, essa SDO é construída a partir de Problemas Olímpicos – PO, definido por Alves (2021, p. 125) como

um conjunto de situações problemas de Matemática, abordado em um contexto competitivo ou de maratonas, com a participação apenas (e de modo restritivo) dos estudantes competidores, cuja abordagem e características de ação individual e solitária destes envolve apenas objetivo/escopo de se atingir as metas (medalhas e certificados) definidas a priori em cada competição por intermédio do emprego de estratégias especializadas, raciocínios e argumentos matemáticos eficientes, instrumentalizados previamente por professores de Matemática.

Conforme dito por Alves (2021), os POs estabelecem um direcionamento “de modo restrito” a alunos competidores devido as características que lhe são impostas. Essas características trazem em si a utilização de raciocínios com alto grau de complexidade, conceitos abordados em nível universitário e que exige argumentos matemáticos eficientes. Desse modo, cabe destacar a noção de Situação Didática Olímpica – SDO que visa uma adaptação, com foco nos processos de ensino e aprendizagem para a sala de aula como um todo. Alves (2021) define a SDO como:

Um conjunto de relações estabelecidas implicitamente ou explicitamente, balizado por uma metodologia de ensino (TSD) entre um aluno ou um grupo (s) de alunos, um certo meio (compreendo, ainda, o conhecimento abordado por intermédio de problemas de competição e de olimpíadas) e um sistema educativo, com o objetivo de permitir a apropriação, por parte destes alunos, a um conhecimento constituído ou em vias de constituição, oriundo de um ambiente de competição coletiva e debate científico do grupo, a competição

solidária e problemas ou conjunto de problemas característicos e abordados nas olimpíadas de Matemática (ALVES, 2021, p. 125-126).

Alves (2021) destaca que o uso de Situações Didáticas Olímpicas como metodologia de ensino, traz para um ambiente da sala de aula situações características de atividades relacionadas a investigação matemática que acontece em preparações para competições olímpicas. Essas características abordadas em problemas desafiadores que não apresentam apenas uma solução, mas diversos caminhos para se chegar ao resultado, argumentos bem elaborados e teoremas diversos. Essa metodologia de ensino (SDO) relaciona aspectos da Teoria das Situações Didáticas, utilizando um Problema Olímpico como *Milieu*, na perspectiva de extrair a partir da interação entre um grupo de alunos ou um aluno, problemas de olimpíadas (*Milieu*) e um sistema educativo (sala de aula) conhecimentos necessários para o aprendizado de conceitos matemáticos.

Conforme dito, essa noção vem apoiada e fundamentada nos aspectos metodológicos da (TSD) que segundo Brousseau (1975 *apud* em ALMOULOUD 2007) estabelece como:

Um processo de aprendizagem pode ser caracterizado de modo geral (se não determinado) por um conjunto de situações identificáveis (naturais ou didáticas) reproduzíveis, conduzindo frequentemente a modificação de um conjunto de comportamentos de alunos, modificação características da aquisição de um determinado conjunto de conhecimentos (BROUSSEAU, 1975 *Apud* ALMOULOUD, 2007, p. 31).

Esses comportamentos no processo de aprendizado dos estudantes, citado no excerto acima, perpassam pelas quatro etapas da TSD que são denominadas por Brousseau (1986 *apud* TEIXEIRA; PASSOS, 2013) de ação, formulação, validação e institucionalização (Quadro 1).

**Quadro 1:** Tipologia das situações didáticas

<b>Ação</b>	O aluno reflete e simula tentativas, ao eleger um procedimento de resolução dentro de um esquema de adaptação, por intermédio da interação com o milieu, tomando as decisões que faltam para organizar a resolução do problema;
<b>Formulação</b>	Ocorre troca de informação entre o aluno e o milieu, com a utilização de uma linguagem mais adequada, sem a obrigatoriedade do uso explícito de linguagem matemática formal, podendo ocorrer ambiguidade, redundância, uso de metáforas, criação de termos semiológicos novos, falta de pertinência e de eficácia na mensagem, dentro de retroações contínuas; os alunos procuram modificar a linguagem que utilizam habitualmente, adequando-a às informações que devem comunicar;



<b>Validação</b>	Os alunos tentam convencer os interlocutores da veracidade das afirmações, utilizando uma linguagem matemática apropriada (demonstrações);
<b>Institucionalização</b>	em que a institucionalização do saber é destinada a estabelecer convenções sociais e a intenção do professor é revelada. O professor, aí, retoma a parte da responsabilidade cedida aos alunos, conferindo-lhes o estatuto de saber ou descartando algumas produções dos alunos e definindo, assim, os objetos de estudo por meio da formalização e da generalização. É na institucionalização que o papel explícito do professor é manifestado: o objeto é claramente oferecido ao aluno. Há, portanto, uma real aprendizagem, reconhecida pelo professor.

Fonte: TEIXEIRA E PASSOS (2013, p. 165-166)

As três etapas iniciais da TSD, apresentadas na tabela 1, são denominadas de situações didáticas “[...] em que o professor permite ao aluno trilhar os caminhos da descoberta, sem revelar sua intenção didática, tendo somente o papel de mediador” (TEIXEIRA; PASSOS, 2013, p.166). Portanto, nossa intenção é levar ao licenciando de matemática o processo de aquisição dos saberes apoiado na perspectiva da TSD.

## ENGENHARIA DIDÁTICA DE FORMAÇÃO

A Engenharia Didática - ED ou Engenharia Didática de 1º geração surgiu na Didática da Matemática na década de 1980, definida como uma forma de trabalho comparada a um engenheiro que, para realizar um projeto, baseia-se no conhecimento científico no seu campo de atuação, o que permite certo controle sobre determinada situação (ARTIGUE, 1995).

A ED, na perspectiva da docência são realizados estudos na identificação de problemas que impedem os processos de ensino e aprendizagem de um determinado conteúdo matemático com o objetivo de projetar sessões de ensino que possibilitem o estudante a construção do conhecimento matemático.

Conforme Almouloud e Silva (2012 p. 27), essa primeira ED tinha “[...] por objetivo a elaboração e o estudo de uma proposta de transposição didática para o ensino, sendo essa transposição didática o objetivo principal da pesquisa”, ou seja, deixava de lado o papel do professor e sua mediação em sala de aula buscando apenas coletar os fenômenos de aprendizagem ocorridos a partir da situação proposta.

No caso da Engenharia Didática de Formação - EDF, denominada por Perrin-Glorian e Bellemain (2019) como Engenharia Didática de 2º geração ou Engenharia Didática de



desenvolvimento, o foco é direcionado à formação de professores ou futuros professores, objetivando aprender Matemática para ensinar Matemática. Nesse caso, adotaremos essa segunda tendência por estar relacionado à formação inicial de professores, tendo como participantes licenciandos em matemática da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA – Sobral - Brasil.

De acordo com Perrin-Glorian (2009 *Apud* ALMOULOU; SILVA, 2012, p. 32), a Engenharia Didática de desenvolvimento é

[...] ao mesmo tempo uma engenharia didática para o desenvolvimento de recursos e para a formação de professores envolvidos no projeto tamanho das engenharias é uma questão importante para a engenharia de desenvolvimento e a produção de recursos. Uma situação isolada pode ser desenvolvida facilmente, mas não se pode esperar um efeito positivo na prática dos professores, aliás, este tipo de situações pode ter, às vezes, um efeito negativo nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos. A engenharia de desenvolvimento está fortemente ligada às investigações nos saberes matemáticos necessários aos professores para ensinar a matemática. É neste sentido que ela está ligada à formação.

Perrin-Glorian (2009) destaca a necessidade da participação dos professores junto ao processo de formação e na investigação quanto à análise das situações didáticas. Essa participação favorece o desenvolvimento de um melhor recurso para a aplicação em sala de aula, e na obtenção de um teorema ou conceito matemático proposto. Contudo, esse processo investigativo pode durar muito mais tempo com o objetivo de construir um dispositivo de ensino capaz de suprir as necessidades do público-alvo a que se destina.

Dessa forma, os recursos que pretendemos desenvolver partem da importância da OBMEP, no cenário atual, para o ensino de Matemática, pela qualidade do seu material e a abrangência do público-alvo que se expande a quase todo o país, apresentando problemas desafiadores. Esses problemas em consonância com a tecnologia proporcionam um ambiente de interação entre estudantes e torna dinâmico o ensino de Matemática. Diante disso, existe “[...] uma necessidade de promover situações didáticas voltadas para resolução de problemas olímpicos aplicada na formação do professor, onde o mesmo se sinta mais preparado e possa incluir na sua prática de ensino questões da OBMEP ou de outras olimpíadas” (AZEVEDO; ALVES; OLIVEIRA, 2018, p. 91).

Como nossa proposta visou atingir o público-alvo de professores, por meio da vivência da resolução desses problemas de olimpíadas, utilizamos a segunda tendência, a Engenharia

Didática de Formação - EDF. Com base em Perrin-Glorian e Bellemain (2016, p. 38), “[...] para que os trabalhos possam contribuir para o melhoramento do ensino e a formação de professores, se mostra imprescindível a consideração do real funcionamento da sala de aula e das necessidades dos professores”.

Essa metodologia se baseia nas etapas de análises prévias ou preliminares, análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação da ED clássica. Na seção seguinte, iniciaremos o percurso metodológico da ED com base na etapa inicial definida como Análises preliminares ou prévias.

## PERCURSO METODOLÓGICO

### Análises preliminares na pesquisa

Seguindo os pressupostos da metodologia EDF, realizamos análises preliminares ou prévias, de acordo com Almouloud e Silva (2012) essa etapa perpassa pelas

Considerações sobre o quadro teórico didático geral e os conhecimentos já adquiridos sobre o assunto em questão, incluem a análise epistemológica do ensino atual e seus efeitos, das concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos, e análise do campo das restrições e exigências no qual vai se situar a efetiva realização didática (ALMOULOU; SILVA 2012, p. 26).

Realizamos a pesquisa baseada em materiais (dissertações de mestrados), cujo assunto se refere ao objeto de estudo. Sobre essa fase, ela “[...] deve permitir ao pesquisador a identificação das variáveis didáticas potenciais que serão explicitadas e manipuladas nas fases que se seguem: a análise *a priori* e construção da sequência de ensino” (ALMOULOU; COUTINHO 2008, p. 67). Desse modo, buscamos trabalhos correlatos com a referida pesquisa que envolve o uso de Situações Didáticas Olímpicas para um contexto da sala de aula e para a formação inicial de professores.

Esses trabalhos (dissertações) foram encontrados em dois programas de mestrados que desenvolvem trabalhos sobre a temática, no caso a Universidade Federal do Ceará - UFC (quatro itens) e o Instituto Federal de Ciências e Tecnologias do Ceará – IFCE (dois itens).

Dos quatro itens encontrados no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (Mestrado Profissional) – PPGENCIMA, da Universidade Federal do Ceará -UFC, destacamos o objetivo de cada uma, no qual o estudo de Oliveira (2016) teve o objetivo de

mostrar que, utilizando o GeoGebra, o docente pode propiciar um material de apoio à preparação para as olimpíadas de matemática, fazendo o uso de uma metodologia de ensino.

No estudo de Lima (2019), o objetivo foi o de elaborar e propor Situações Didáticas Olímpicas - SDO do conteúdo de Sequências Numéricas com o *software* GeoGebra como recurso auxiliar para o professor e para o aluno. No texto de Filho (2019), buscou-se estruturar e apresentar Situações Didáticas Olímpicas (SDO) do conteúdo de geometria plana, no contexto da OBMEP, utilizando o *software* GeoGebra como um recurso pedagógico para o professor e para o aluno.

Em Neto (2019), foi desenvolvida uma Engenharia Didática que permitiu a estruturação de Situações Didáticas Olímpicas, acerca dos conteúdos de geometria plana, para a melhoria da prática docente, visando à inserção da TSD com finalidade de transformação da escola pública através da OBMEP. Apesar dos trabalhos objetivarem situações correlacionadas com o nosso objeto de estudo existe há necessidade de validar tais saberes aplicando com professores ou alunos em ambientes de formação ou na sala de aula.

No Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática -PPGECM do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, os trabalhos de Santos (2018) tiveram como público-alvo alunos do ensino fundamental (8º e 9º ano), cujo objetivo foi o desenvolvimento de uma Engenharia Didática (ED) que permitisse a descrição de Situações Didáticas Olímpicas - SDO, envolvendo a construção e aplicação de conceitos referentes à geometria plana. Assim, foi observado que os alunos se envolveram durante a resolução do problema, mudando sua postura de agente passivo, passando agir no confronto com o meio e no uso do *software* GeoGebra, discutindo as estratégias, apresentando aos colegas diferentes maneiras de resolução, trazendo conhecimentos prévios e aprendendo novos conhecimentos sobre a geometria plana.

Por fim, destaca-se o trabalho de Azevedo (2020), que teve como público-alvo licenciandos do curso de Matemática do IFCE e teve como objetivo analisar as Situações Didáticas Profissionais concebidas a partir de Situações Didáticas Olímpicas - SDO, com aporte da Didática Profissional e da Teoria das Situações Didáticas, para formação inicial do professor de matemática perante a resolução de Problemas Olímpicos (PO). Essa autora, em relação aos trabalhos elencados anteriormente, é a única que tem como foco a formação inicial do professor, por intermédio da aplicação diretamente aos professores, no entanto o conteúdo utilizado perpassa pelo estudo de Sequências Numéricas.

Conforme esses estudos existem a possibilidade de adequação na perspectiva do ensino de um conteúdo utilizando os Problemas Olímpicos (PO), no entanto, isso exige dos docentes um trabalho extraclasse durante a construção do seu planejamento para criar meios, como a utilização de uma ferramenta (o GeoGebra) e materiais de apoio que induzam a progressão dos estudantes no aprendizado de conceitos matemáticos, apoiando em discussões e ações sobre o meio proposto.

Nessa perspectiva, como forma de diferir dos trabalhos já realizados por outros autores, o conteúdo escolhido foi a geometria plana e o público-alvo foram licenciandos e futuros professores de matemática, em que se buscou nos docentes o interesse em trabalhar em sala de aula com os Problemas Olímpicos, utilizando as Situações Didáticas Olímpicas. Com isso, incluímos também o uso da tecnologia amparada pelo *software* GeoGebra, que pode ser acessado por computadores, tablets e celulares, expandindo o acesso a todos os estudantes na classe.

### **ANÁLISE A *PRIORI* NA PESQUISA**

Na análise *a priori* devemos:

Descrever as escolhas das variáveis locais e as características da situação a didática desenvolvida.

Analisar a importância dessa situação para o aluno e, em particular, em função das possibilidades de ações e escolhas para construção de estratégias, tomadas de decisões, controle e validação que o aluno terá. As ações do aluno são vistas no funcionamento quase isolado do professor, que, sendo o mediador no processo, organiza a situação de aprendizagem de forma a tornar o aluno responsável por sua aprendizagem;

Prever comportamentos possíveis e tentar mostrar como a análise feita permite controlar seu sentido, assegurando que os comportamentos esperados, se e quando eles intervêm, resultam do desenvolvimento do conhecimento visado pela aprendizagem (ALMOULOU; COUTINHO, 2008, p. 67).

Conforme Almouloud e Coutinho (2008), na análise *a priori*, o docente munido dos conhecimentos adquiridos a partir dos estudos anteriormente realizado na etapa inicial da ED (análises preliminares), define as variáveis de comandos para obter um controle, tomadas de decisões e ferramentas que agregue a situação didática visando o conhecimento do aluno. Essa etapa permite antever os possíveis comportamentos e obstáculos que poderão ser realizados e encontrados durante a vivência da situação didática e assim por meio de intervenções do

docente atingir o desenvolvimento do conhecimento visado pela aprendizagem do conteúdo em questão.

Sendo assim, baseado nesses aspectos citados anteriormente, seguimos a estrutura da Teoria das Situações Didáticas - TSD mais em uma perspectiva para o contexto da OBMEP.

De acordo com Santos (2018), a situação didática segue os seguintes aspectos:

- i. A partir de uma transposição didática adequada dos problemas olímpicos, permitir o acesso ou inclusão de um conjunto maior de estudantes ao ambiente de discussão ou « clima » de competição matemática, visando a elaboração de conhecimentos;
- ii. A partir de uma transposição didática adequada permitir ao professor de Matemática perspectivar novas formas de abordagem (com o uso da tecnologia e exploração de softwares de Matemática) e descrição de problemas olímpicos, que não sejam intimamente restritos a uma tarefa de resolução de problemas, com o tempo previamente demarcado e atividades hegemonicamente individuais;
- iii. Divulgar e promover a sociabilização das ideias matemáticas intuitivas e estratégias características de situações problemas de olimpíadas não apenas para alunos reconhecidos como mais habilidosos diante do conhecimento matemático (SANTOS, 2018, p. 43).

Baseado em Santos (2018), buscamos adaptar os Problemas Olímpicos – PO propostos objetivando um público-alvo maior que se estabelece a todos os alunos da sala de aula e não apenas alunos competidores, procurando a realização dessa adaptação auxiliado com o uso do *software* GeoGebra, disponibilizando subsídios quanto a movimentação e visualização de propriedades matemáticas contidos nas figuras.

A partir da metodologia aplicada pelo professor, perspectivar no aluno um maior engajamento quanto ao uso do *software* GeoGebra, na qual ele possa se utilizar da observação e análise da atividade proposta sem ser pressionado quanto ao tempo e a responsabilização de encontrar o resultado esperado, dando total importância ao percurso utilizado durante a resolução do problema.

E, por fim, poder divulgar como metodologia alternativa ao ensino da matemática e, nesse caso de geometria plana, as Situações Didáticas Olímpicas, visando um maior engajamento de alunos considerados não competidores e disponibilizando ao docente um produto que venha a suprir a necessidade da melhora de suas práticas pedagógicas.

Nessa perspectiva, foi descrita uma SDO com o auxílio do *software* GeoGebra, abordando conceitos de geometria plana, em específico a área do triângulo equilátero, tendo como hipótese a ser validada: I - O *software* GeoGebra permite ao estudante a percepção de novas estratégias relacionadas à Situação Didática Olímpica (SDO), por meio da movimentação

e visualização e; II – o Problema Olímpico da forma como foi apresentado proporciona o estudante a vivenciar as etapas da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau.

## EXPERIMENTAÇÃO NA PESQUISA

A Experimentação “[...] consiste na aplicação da situação didática, tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecer o contrato didático e registrar as observações” (ALMOULOU; SILVA, 2012 p. 27).

Diante disso, essa etapa ocorreu com 6 (seis) estudantes de licenciatura do curso de Matemática da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Ceará, Brasil, identificados na pesquisa de L2 a L7 para preservar as suas identidades. O critério de escolha aconteceu por que esses licenciandos também faziam parte do Programa de Iniciação Científica (PIC)<sup>i</sup> como professores orientadores e que trabalhavam diretamente com alunos medalhistas da OBMEP.

Quanto a essa escolha, entendemos que ao utilizar-se da aplicação das SDO com esse público-alvo poderíamos apresentar a esses sujeitos uma metodologia de ensino alternativa e que viessem ao engajamento dos estudantes nos quais orientavam ao uso do *software* GeoGebra durante a resolução da SDO.

A aula ocorreu por intermédio da ferramenta *Google Meet*, uma plataforma de videoconferência, que foi escolhida devido o decreto<sup>ii</sup> do Governo Estadual que incluiu à paralisação das escolas e universidades em função da pandemia do Coronavírus (Covid-19). Os dados foram coletados por meio de *printscreen* da tela do computador, diálogos, registros de imagens e escritas dos cálculos dos participantes recolhidas pelo aplicativo de mensagens *WhatsApp*.

Esclarecemos que, no decorrer da resolução, eles teriam como suporte ao *software* GeoGebra e, que este, poderia ser explorado a qualquer momento para observação dos comportamentos das figuras disponibilizados no problema.

O problema foi retirado da prova da OBMEP, realizada no ano de 2017 para alunos do ensino médio (nível 3/1º fase) referente ao conteúdo de geometria plana. Esse problema deve abordar conceitos, como: Teorema de Pitágoras, Simetria, Área do triângulo equilátero e ângulos suplementares, dando ênfase a área do triângulo equilátero (QUADRO 2).

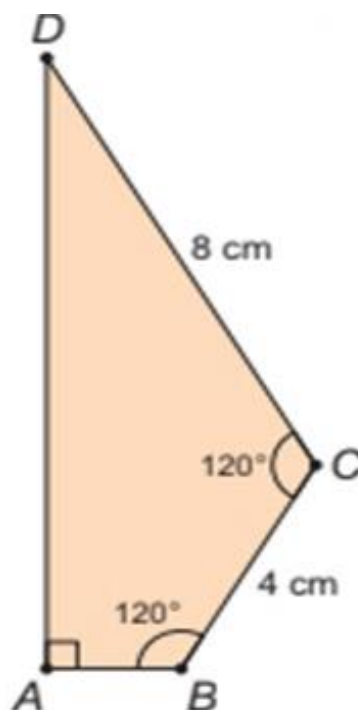
A proposta visou a partir da questão aprimorada e transposta no *software* GeoGebra, abrir possibilidades para que o estudante diversifique os caminhos que os levem a solução do

problema e que essa diversificação proporcione um aprendizado satisfatório e o encontro do teorema proposto.

Como abordado anteriormente, o problema deu ênfase a área do triângulo equilátero, com isso o professor planejou a construção da figura presente na questão, disponibilizando elementos para que durante a exploração do estudante no *software* GeoGebra ele possa perceber essa propriedade (SILVA; ALVES; MENEZES, 2020).

**Quadro 2:** Questão retirada da prova da OBMEP edição 2017/nível 3.

Questão 1: Na figura, os ângulos  $\Delta A\hat{B}C$  e  $\Delta B\hat{C}D$  medem  $120^\circ$ , o ângulo  $\Delta B\hat{A}D$  é reto e os segmentos  $\overline{BC}$  e  $\overline{CD}$  medem 4 cm e 8 cm, respectivamente. Qual é a área do quadrilátero ABCD em  $\text{cm}^2$ ?

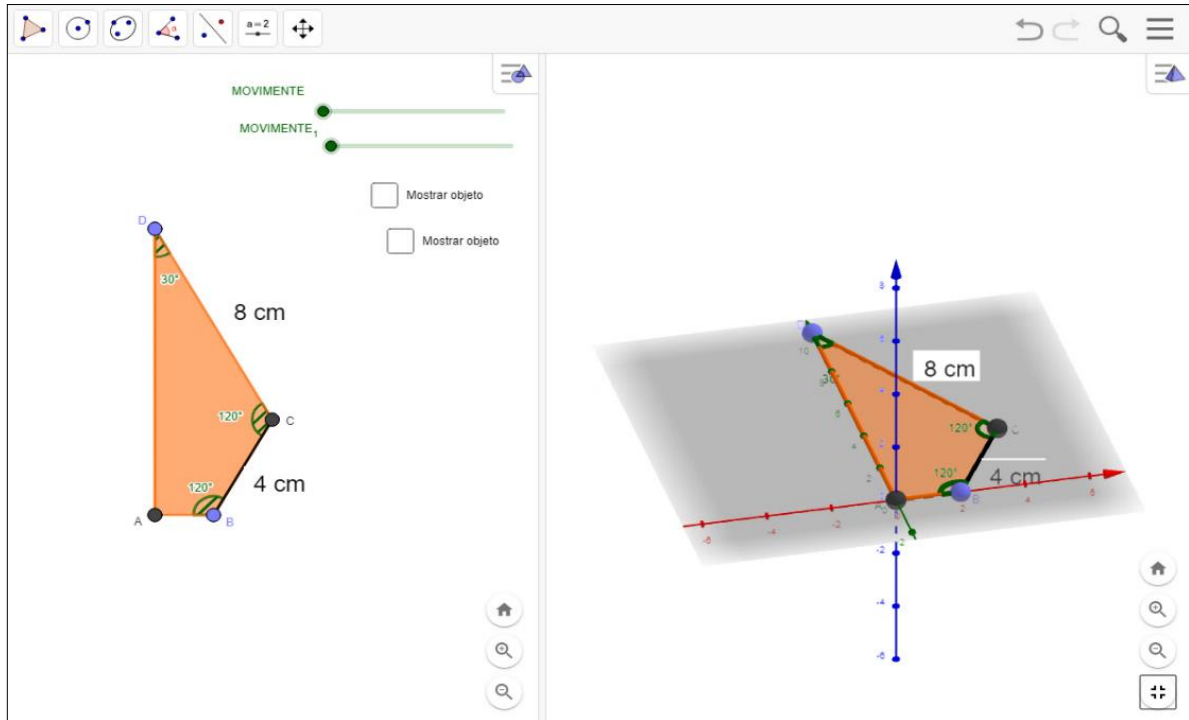


Fonte: OBMEP (2020)

A Situação Didática Olímpica - SDO construída tem o apoio tecnológico do *software* GeoGebra, sendo que a figura disposta no problema foi transposta (FIGURAS 1 e 3) a essa ferramenta, o que permitiu a movimentação e visualização dos elementos, disponibilizando subsídios (controles deslizantes) aos licenciandos durante a resolução.



**SITUAÇÃO DIDÁTICA OLÍMPICA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS: UMA APLICAÇÃO COM PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL NA UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ (BRASIL)**



**Figura 1:** Janela de visualização 2D e 3D no *software* GeoGebra.

A figura 1 corresponde à imagem obtida pelo *software* GeoGebra para computadores. Na “janela de visualização”, acompanhamos a imagem referente à visualização em duas dimensões (2D) e em três dimensões (3D). A figura 2 corresponde ao *QR code* que permite o acesso à construção pelo *smartphone* ou *tablets*. Para ter acesso, o licenciando necessita ter um aplicativo que leia *QR code* disponível nas lojas de compras do celular ou tablets.



**Figura 2:** QR code que permite o acesso a figura pelo celular.

A partir do acesso utilizando o QR code exposto, o estudante terá acesso à construção em seu *smartphone* ou *tablets*, obtendo a seguinte estrutura (FIGURA 3).

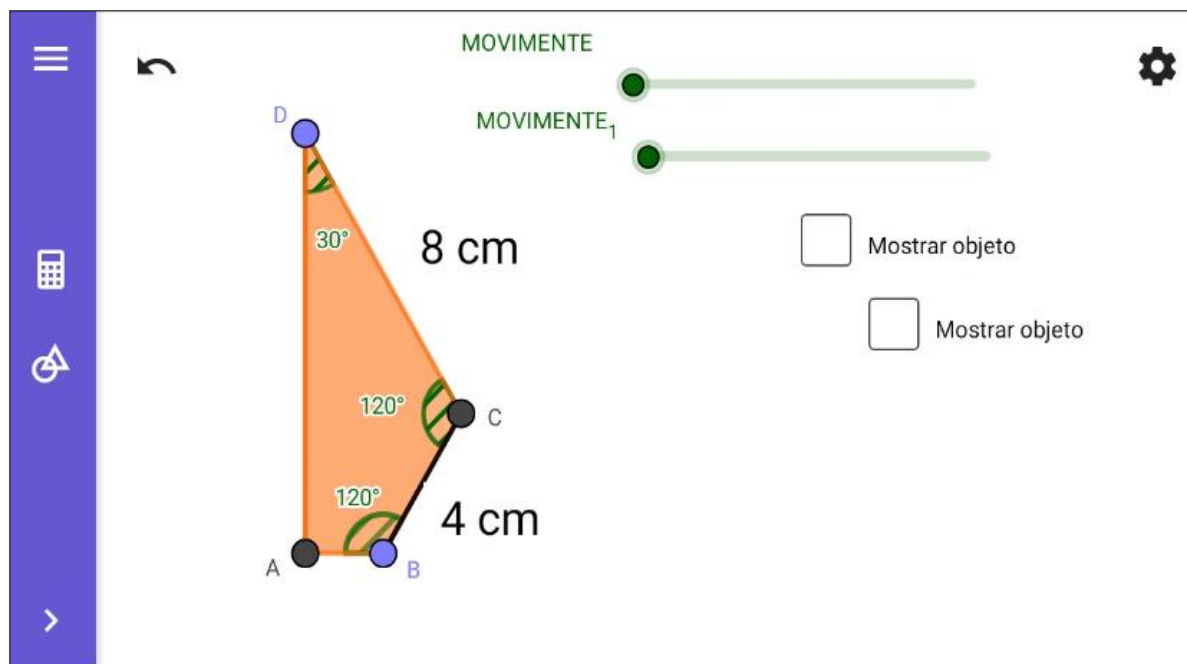


Figura 3: Acesso pelo celular no *software* GeoGebra para *smartphone*.

### Análises *a posteriori* e validação

Essa etapa é o momento de apreciação e análise dos dados e tem o propósito de validar os objetivos traçados na análise *a priori*, de acordo com Almouloud e Silva (2012),

A análise *a posteriori* consiste em uma análise de um conjunto de dados colhidos ao longo da experimentação, como por exemplo, produção dos alunos, registros de observadores e registro em vídeo. Nessa análise, se faz necessário sua confrontação com a análise *a priori* para que seja feita a validação ou não das hipóteses formuladas na investigação (ALMOULOU; SILVA, 2012, p.27)

Essa validação, apresentada na citação anterior, é um diferencial da Engenharia Didática que acontece internamente (ARTIGUE, 1995). Nessa etapa, a partir das hipóteses, apresentadas a seguir construídas na análise *a priori*, analisamos os dados obtidos com o objetivo de validá-los.

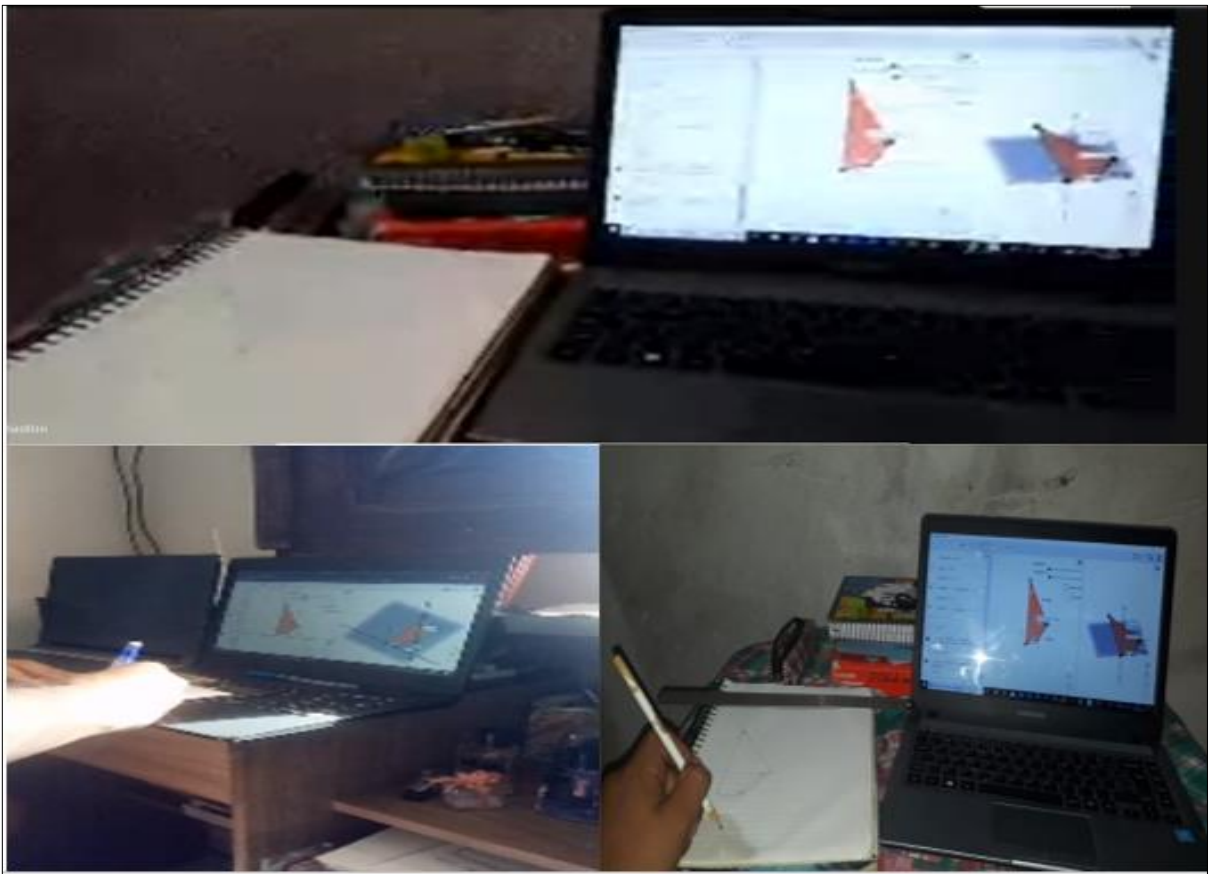
- I. O *software* GeoGebra permite ao estudante a percepção de novas estratégias relacionadas à Situação Didática Olímpica (SDO), por meio da movimentação e visualização e;

**SITUAÇÃO DIDÁTICA OLÍMPICA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS: UMA APLICAÇÃO COM PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL NA UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ (BRASIL)**

- II. O Problema Olímpico da forma como foi apresentado proporciona o estudante a vivenciar as etapas da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau.

Procuramos ao analisar os dados a identificação de cada etapa que o licenciando percorreu baseado na TSD, classificando em ação, formulação, validação e institucionalização, conforme a hipótese II.

Ao dar início, os licenciandos tiveram o primeiro contato com o problema, sendo que a figura construída no *software* GeoGebra foi apresentada como suporte para auxiliá-los durante a construção da estratégia para a resolução da SDO (FIGURA 4).



**Figura 4:** Primeiro contato com a SDO por intermédio do *software* GeoGebra.

Esse primeiro contato, unindo o problema a partir do seu formato original e a construção no GeoGebra, buscou a capacitação do educando de ter um pensamento matemático obtido a partir das características reais da figura, por meio da visualização. Conforme Gadanidis, Borba e Silva (2016) a visualização

[...] exige um esquema mental que representa a informação visual ou espacial. É um processo de formação de imagens que se torna possível a entrada em cenas das representações dos objetos matemáticos para que possamos pensar matematicamente. Ela oferece meios para que as conexões entre representações possam acontecer. Assim, a visualização é protagonista na produção de sentidos e na aprendizagem (GADANIDIS; BORBA; SILVA, 2016, p. 44).

A visualização, destacada pelos autores, possibilita o licenciando a ter uma visão detalhada da figura, como por exemplos, a medidas dos ângulos, as medidas laterais, sem perder a essência das características da figura. Além disso, foram disponibilizadas ferramentas como os ‘controles deslizantes’, para que viessem a proporcionar uma maior dinamização da questão.

A partir do primeiro contato surgiram as primeiras sugestões e dúvidas, esse contato inicial com o meio e o licenciando foi uma parte importante para a obtenção dos objetivos propostos pela SDO. Esse momento inicial o sujeito deve aceitar o problema como seu “de tal maneira que o aluno seja instigado pela atividade considerando-a como um desafio pessoal e não como uma obrigação imposta ao professor”, essa aceitação denomina-se de *devolução*. (LABLÉM; BITTAR, 2018, p. 208).

A partir da *devolução*, um dos sujeitos, o licenciando L3, sugeriu completar o quadrilátero  $ABCD$ , transformando em um triângulo equilátero. Essa relação obtida pela exploração do enunciado proporcionou as estratégias iniciais, cabe lembrar que esse momento da exploração do aluno com a atividade, denomina-se a etapa de *Ação* (LABLÉM; BITTAR, 2018).

L3: Eu peguei a figura original e completei-a, observei o lado  $\overline{AD}$  que é a altura e criei um ponto  $E$  completando um triângulo maior  $\triangle ADE$  (Figura 5). Logo após criei outro triângulo. A partir do lado  $\overline{BC}$ , eu percebi que dentro da figura tem o ângulo de  $120^\circ$  e prolongando encontro o ângulo externo, que é  $60^\circ$ , da mesma forma encontra o outro ângulo. Como os dois ângulos desse triângulo são  $60^\circ$ , conseqüentemente o outro também será, construindo outro triângulo equilátero de lado 4 cm. Sendo assim eu tenho o lado  $\overline{DC} = 8$  cm mais o lado  $\overline{CE} = 4$  cm, obtenho o lado maior que é 12 cm e, conseqüentemente, completando o triângulo equilátero maior  $\triangle DFE$  de lado 12 cm. A partir desse momento, estou tentando entender como seria! Pronto, concluindo esse meu raciocínio, eu teria que calcular a área do triângulo maior de lado 12 cm menos a área do triângulo de lado 4 cm e o que sobrar seria o resultado da área procurada. Como que eu calculo a área do triângulo equilátero? Seria a  $\frac{\sqrt{3}}{2}$ .?

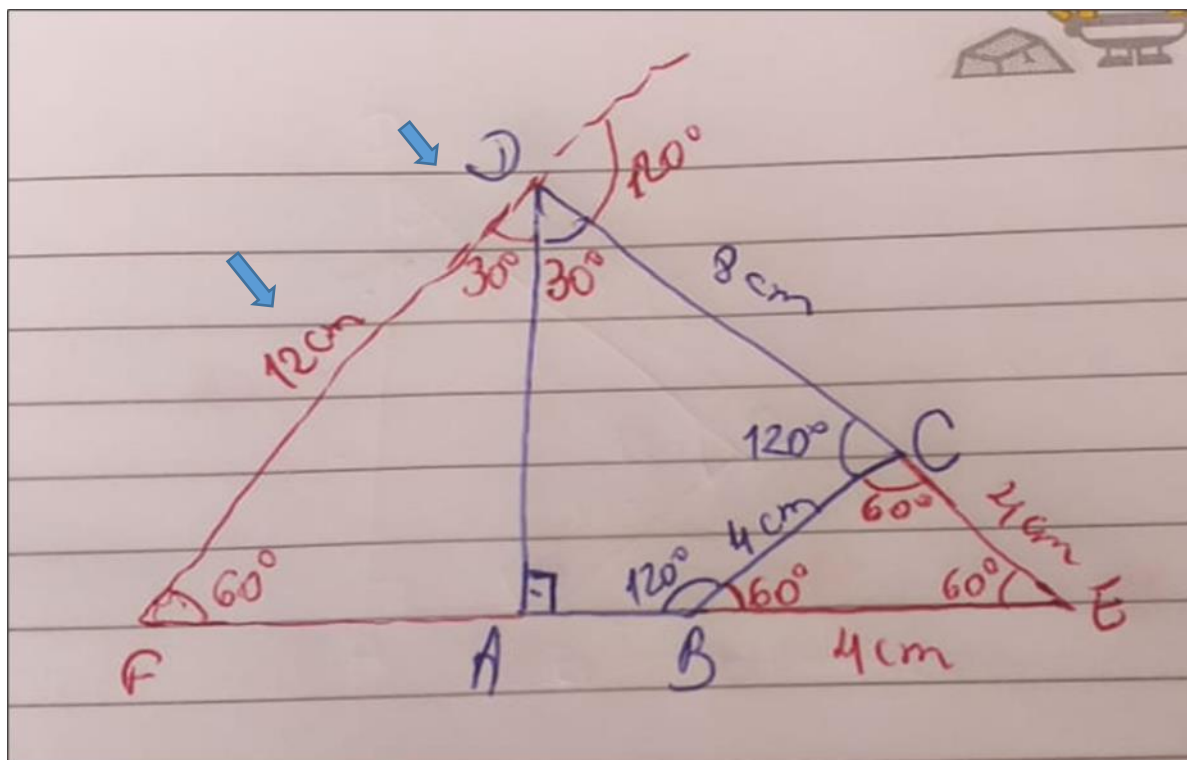


Figura 5: Construção do triângulo equilátero  $\triangle DFE$  pelo licenciando L3.

Após essa sugestão, o professor, estimulando a discussão entre os sujeitos, questionou aos outros colegas quais as contribuições poderiam acrescentar ao modelo criado pelo L3. Mas para que isso acontecesse os colegas pediram novamente para ser explicado como se chegou à estratégia utilizada.

Professor: Alguém tem alguma sugestão que pode contribuir para o raciocínio do colega?

L5: Qual a parte de você não entendeu L3? Poderia me explicar?

L3: Ele pede para calcular a área e esse quadrilátero eu transformei em um triângulo.

L5: Sim, com um triângulo equilátero de lado 4 cm.

L3: Isso, pegando as medidas dos ângulos, percebe-se que vai surgir esse triângulo 4 cm.

L5: Isso.

L3: Meu raciocínio é esse, eu vou utilizar o conceito das partes pelo todo.

L5: Sim, exatamente.

L3: Sendo assim, completando um triângulo maior de lado 12 cm, vou calcular a área desse triângulo, depois vou calcular a área do triângulo menor de lado 4 cm.

L5: Veja, você tem que ver que o triângulo que utilizou para criar o outro tem lado 4 cm, já o triângulo grande não é equilátero, ele tem um ângulo de  $90^\circ$  e, lá em cima, tem um ângulo de  $30^\circ$ . No GeoGebra, percebemos esse ângulo, e com a hipotenusa medindo 12 cm, podemos encontrar a medida da base do triângulo grande (FIGURA 6).

Mesmo após o L3 ter explicado sua proposta, o licenciando L5 apresentou outra diferente. Essa proposta partiu do prolongamento dos lados  $\overline{CE}$  e  $\overline{BE}$  obtendo o triângulo  $\triangle DAE$  que tem seus ângulos  $D = 30^\circ$  e  $E = 60^\circ$ , esse último encontrado a partir da construção do triângulo equilátero de lado  $4\text{ cm}$  (FIGURA 6) o que deu início a um diálogo com o propósito de compreender e chegar a um consenso no qual modelo utilizar.

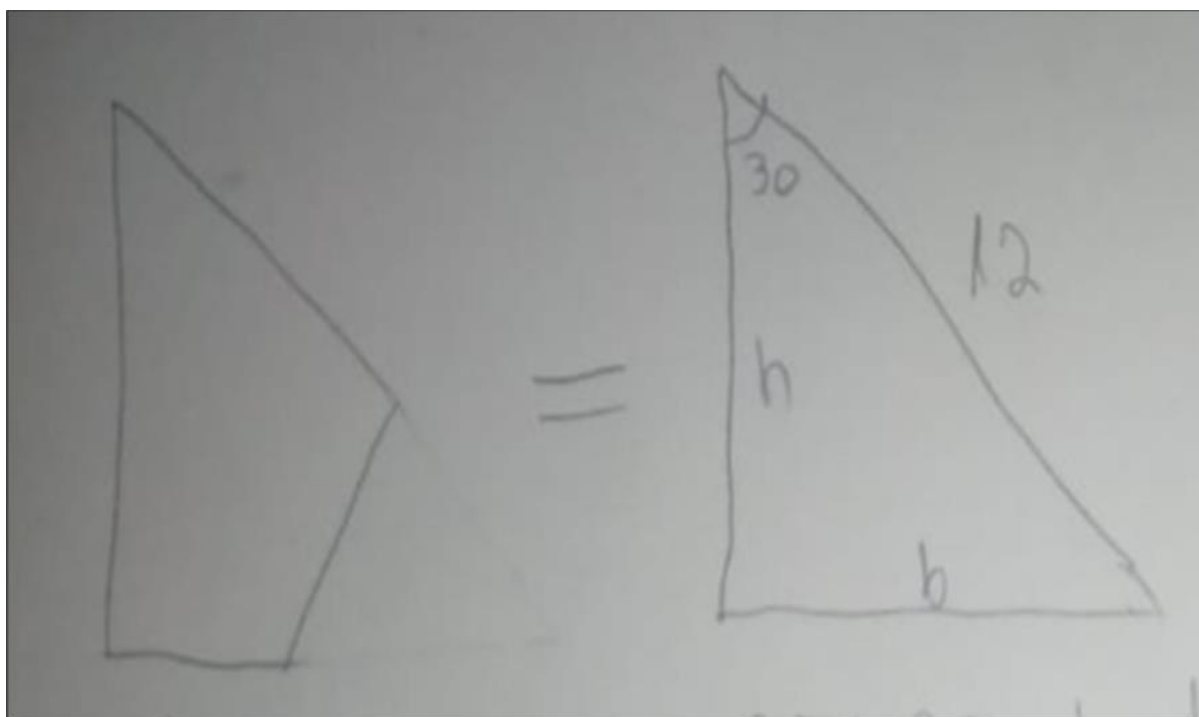


Figura 6: Proposta do licenciando L5.

O diálogo entre os licenciandos L3 e L5 continuou baseando-se nas duas hipóteses, mas partindo para um convencimento de qual seria mais apropriado ao contexto, essas hipóteses e a construção de conjecturas estabeleceu o momento de *Formulação* (LABLÉM; BITTAR, 2018).

L3: Partindo do triângulo original, temos o triângulo  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $120^\circ$  e o quarto ângulo é  $30^\circ$ .

L5: Isso.

L3: Então, transformando em um triângulo maior o ângulo de  $30^\circ$  mais o outro ângulo de  $30^\circ$  ficaria  $60^\circ$  isso do triângulo que eu criei (Figura 5). Entendeu?

L5: O ângulo continua sendo  $30^\circ$ , ele não muda.

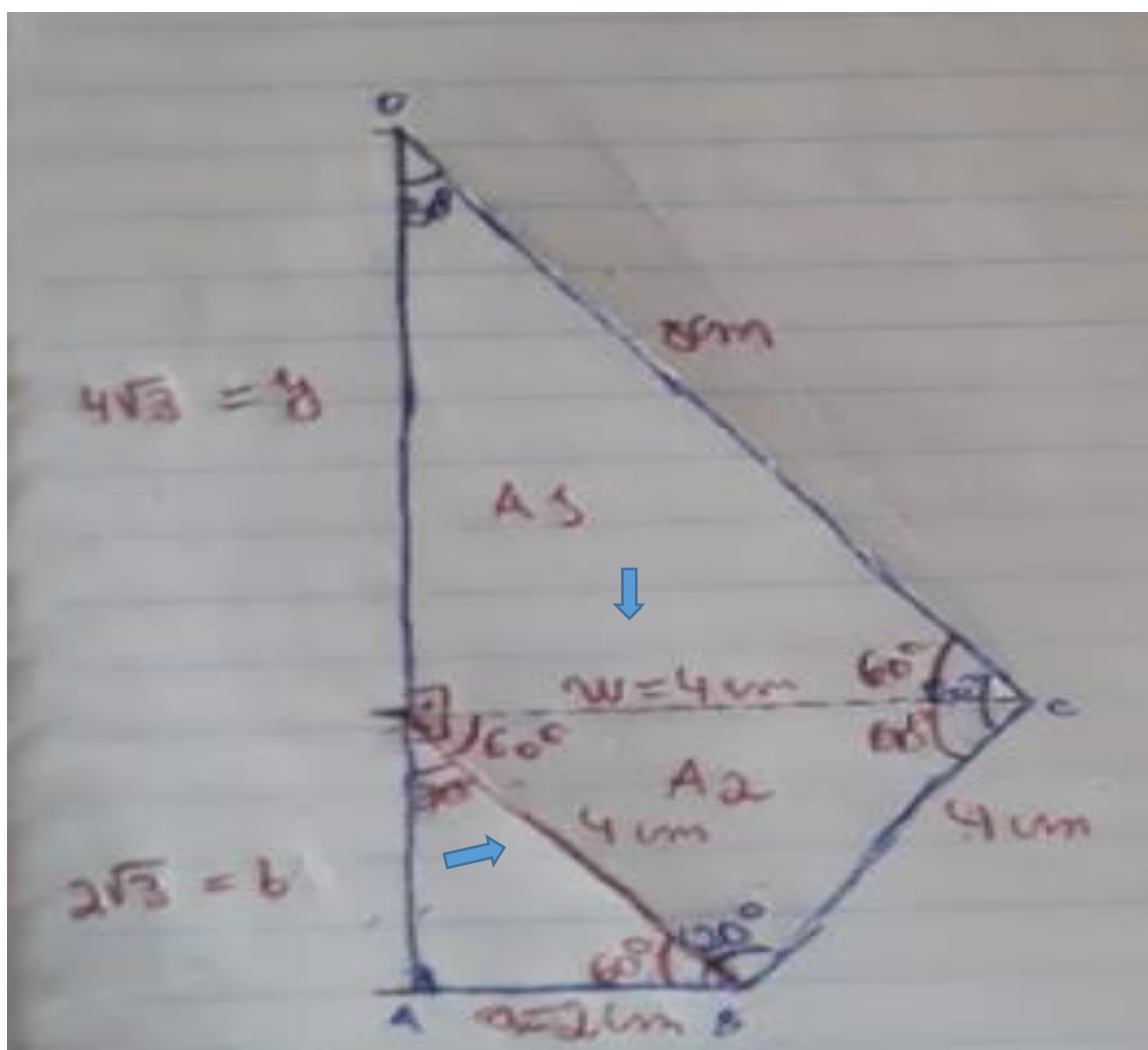
L3: Mas quando eu completar o triângulo  $\triangle EDE'$  fica  $60^\circ$ .

L5: Mas você não completou apenas o triângulo menor em baixo o de lado  $4\text{ cm}$ ?

L3: É porque você utilizou apenas o triângulo menor de lado  $4\text{ cm}$  transformando em um triângulo retângulo. Mas o que eu estou falando é a possibilidade de o segmento  $\overline{AD}$  espelhar esse triângulo retângulo  $\triangle DAE$ , fazendo isso vai virar um triângulo equilátero maior de lado  $12\text{ cm}$ .



Analisando a troca de informações, também parte essencial da *Formulação*, o licenciando L7 apresentou sua sugestão, incluindo também o conteúdo de trigonometria no triângulo retângulo. Essa sugestão perpassou pela divisão do quadrilátero  $ABCD$  em três triângulos e a partir deles utilizou as relações trigonométricas para encontrar todas as medidas que lhes restavam proporcionando o cálculo da área de cada triângulo individualmente e, por fim determinar o resultado (FIGURA 7).



**Figura 7:** Divisão do quadrilátero  $ABCD$  em três triângulos por dois segmentos.

Da mesma forma, traçou uma bissetriz (FIGURA 7), dividindo o ângulo  $b$  em dois ângulos de  $60^\circ$ . A partir da identificação dos ângulos e com as medidas existentes, o estudante realizou alguns cálculos a fim de encontrar as medidas necessárias para aplicar os conhecimentos básicos do cálculo da área dos triângulos identificados pelo L7, como  $A_1$ ,  $A_2$  e



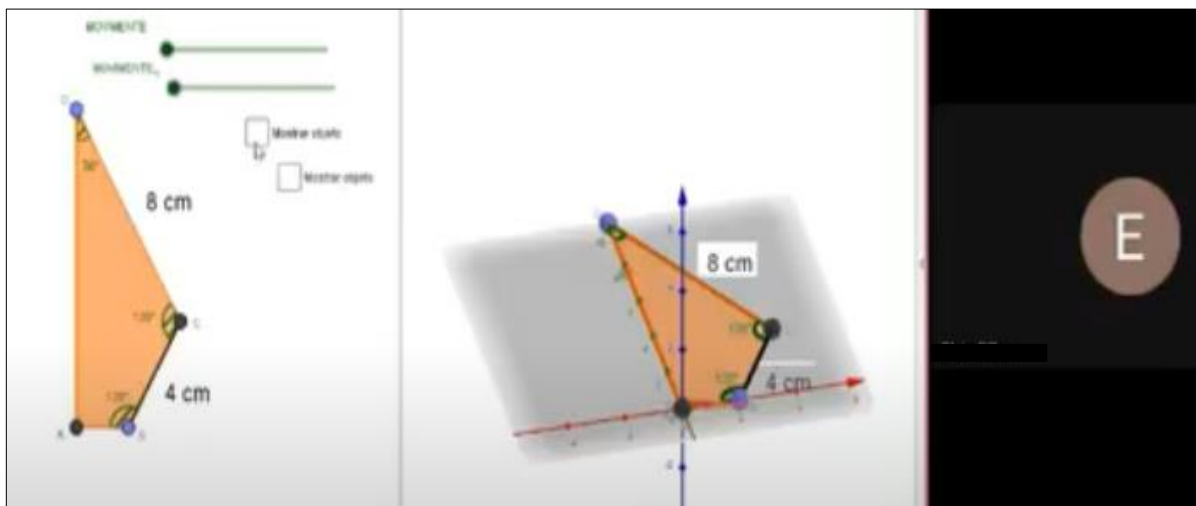
A3. Essa proposta, apresentada por L7 foi validada após o licenciando L4 apresentar, no GeoGebra, a proposta construída pelo L3 no papel. As discussões baseadas nas hipóteses iniciais deram continuidade até o momento da apresentação da solução pelo *meet*.

L7: A partir do momento que você constrói o triângulo retângulo  $\triangle DAE$ , não precisaria mais completar. Com esse triângulo você teria a medida da hipotenusa que é 12 cm, utilizando essa medida e o ângulo  $30^\circ$  que você encontrou poderia a medida do outro cateto que é a medida da base, usando a trigonometria.

L3: Mas a partir desse triângulo retângulo  $\triangle DAE$  eu poderia espelhar um triângulo equilátero de lado 12 cm e aplicar a fórmula do triângulo equilátero.

L5: Agora entendi, o que o L3 estava querendo falar, realmente daria menos trabalho utilizando seu raciocínio completando o triângulo equilátero maior de lado 12 cm, do que se eu utilizasse a parte trigonométrica por meio do seno do ângulo.

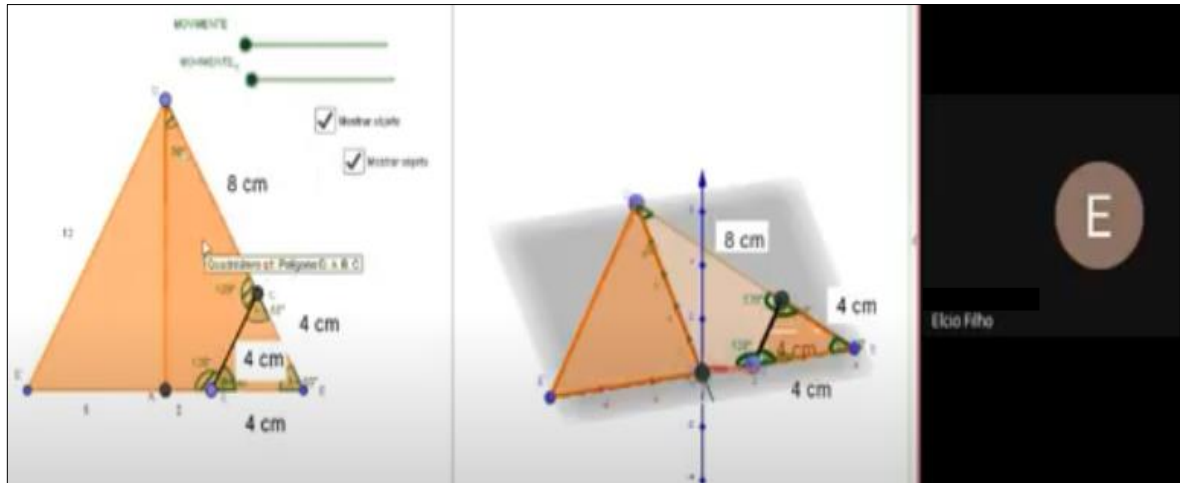
A partir das discussões acima, os licenciandos concluíram a estratégia final esperada na Análise *a priori* por meio do uso da fórmula do triângulo equilátero. O licenciando L4 apresentou sua proposta definida coincidente com a proposta do L3. Esse estudante, L4 utilizou a ferramenta “apresentação” do *Google Meet* para demonstrar sua solução utilizando o *software* GeoGebra (FIGURA 8).



**Figura 8:** Apresentação da solução final do licenciando L4 a partir da ferramenta “apresentação” do *Google Meet*.

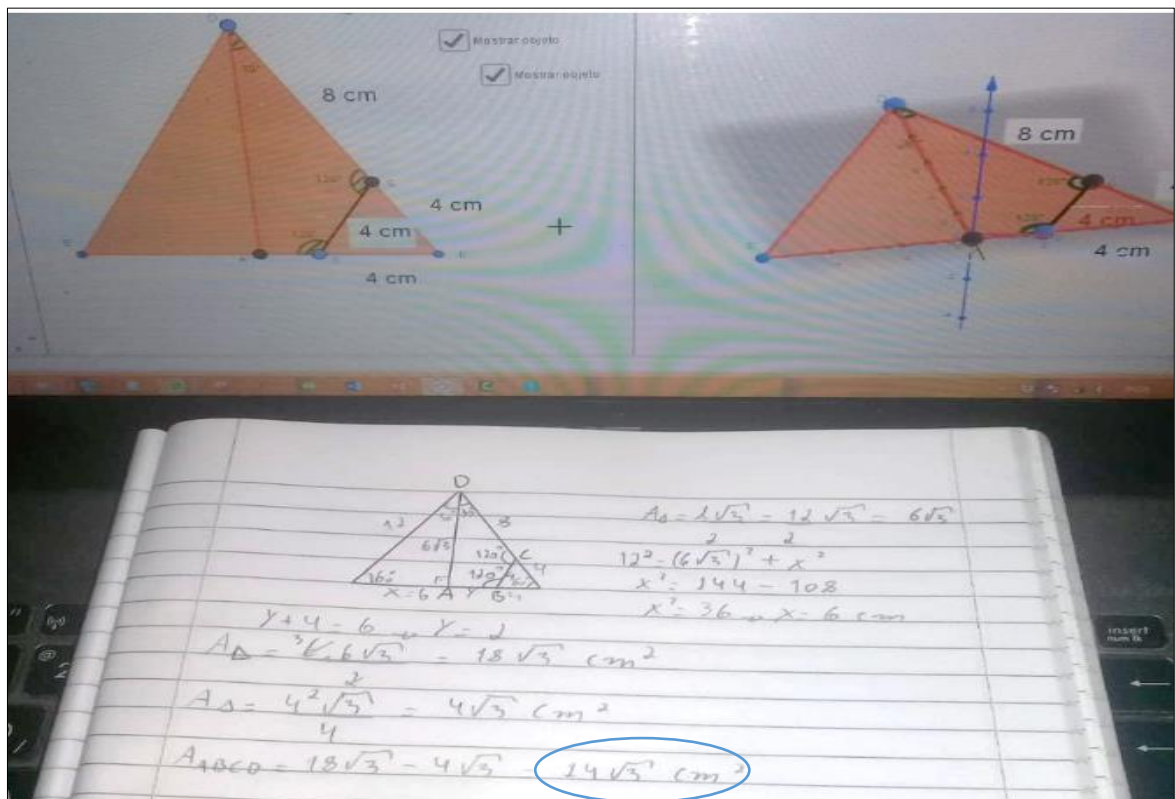
A partir das ferramentas disponibilizadas pelo GeoGebra como “controles deslizantes” e “esconder objeto”, o licenciando percebeu a possibilidade de completar o quadrilátero  $ABCD$  tornando um triângulo equilátero de lado 12 cm (FIGURA 9).

**SITUAÇÃO DIDÁTICA OLÍMPICA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS: UMA APLICAÇÃO COM PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL NA UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ (BRASIL)**



**Figura 9:** Completando a figura o L4 obteve o triângulo equilátero de lado 12 cm.

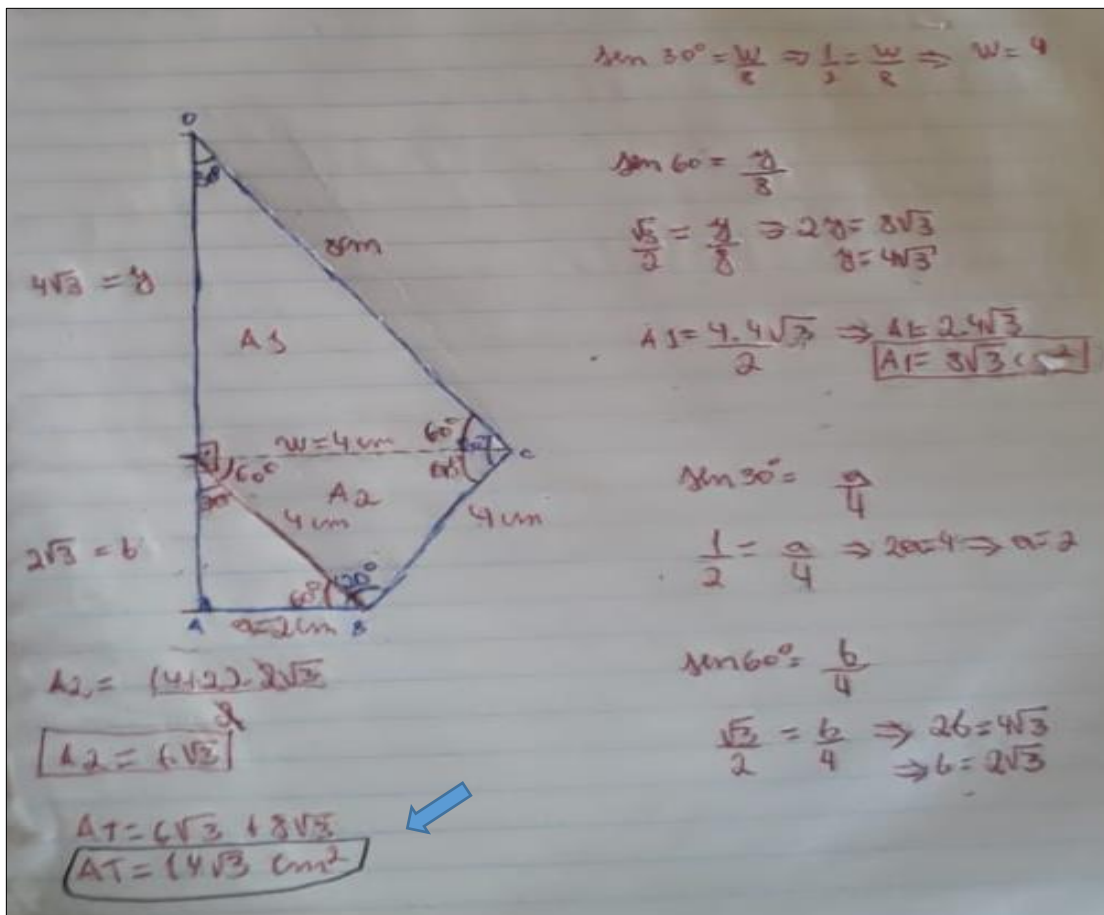
Na figura 10, foi apresentada a parte escrita da resolução que o licenciando L4 obteve encontrando sua resposta final de  $14\sqrt{3} \text{ cm}^2$ . Essa resposta encontrada a partir da expressão do cálculo das áreas encontradas foi: *área final:*  $\frac{\text{área do triângulo (EDE')}}{2} - \text{area do triângulo (BCE)}$ .



**Figura 10:** Cálculo escrito do licenciando L4.

**SITUAÇÃO DIDÁTICA OLÍMPICA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS: UMA APLICAÇÃO COM PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL NA UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ (BRASIL)**

A resolução anterior (FIGURAS 9 e 10) baseou-se na etapa de Análise *a priori*, que tinha como foco a apresentação da propriedade da área do triângulo equilátero, prevista pelo professor. Mas, além dessa, outras soluções foram apresentadas de modo a abordar conhecimentos como razões trigonométricas no triângulo retângulo apresentada pelo licenciando L7 (FIGURA 11).



**Figura 11:** Solução apresentada por L7.

Para chegar a essa solução, o L7 dividiu a figura em três partes (FIGURA 11) ou em três triângulos  $\triangle DCP$ ,  $\triangle ABP$  e  $\triangle PCB$ . Para criar o triângulo  $\triangle DCP$ , o estudante traçou uma reta paralela à base do quadrilátero  $ABCD$  e perpendicular ao lado  $\overline{AD}$ , dividindo o ângulo  $c$  em dois ângulos de  $60^\circ$ .

Encontrando as áreas apresentadas depois da divisão do quadrilátero  $ABCD$  por triângulos, o licenciando abordou o somatório de ambas e encontrou o resultado de  $14\sqrt{3} \text{ cm}^2$ . (FIGURA 11). Após a apresentação das estratégias, se concluiu a etapa de *Validação*

das conjecturas abordadas pelos sujeitos, essa etapa perpassou pelo momento em que o aluno defendeu suas conjecturas e as validou-os (LABLÉM; BITTAR, 2018).

A última etapa perpassou pela *Institucionalização*, momento em que o professor organizou todas as informações e conceitos trazidos pelos licenciandos com o propósito de estabelecer um aprendizado entre ambos. Diante disso, o professor apresentou sua proposta final por meio do problema e da construção organizada no *software* GeoGebra que era a visualização da possibilidade do uso, por intermédio da exploração, a propriedade que define o cálculo da área do triângulo equilátero.

O *software* GeoGebra disponibilizou elementos que proporcionaram a movimentação e visualização da figura, a fim de mostrar outros meios para a resolução do problema, o que poderá ser um diferencial e um atrativo para os estudantes em sala de aula. Conforme Gadanidis, Borba e Silva (2016) o uso do *software* GeoGebra trouxe diversas potencialidades quando diz respeito a elaboração de atividades, como por exemplo:

- a) permite variados caminhos na busca das soluções; b) admite diferentes soluções; c) permite que, a cada investigação, sejam exploradas novas estratégias de resolução d) é qualitativamente diferente de uma atividade baseada no uso de lápis e papel e; (e) exploratória do ponto de vista experimental (GADANIDIS; BORBA; SILVA, 2016, p. 46).

Além desse, durante a resolução da SDO outros conceitos foram surgindo como conhecimentos prévios dos sujeitos, assim como: teorema de Pitágoras, simetria, área de triângulos e ângulos suplementares, além de outro, apresentado na validação como trigonometria no triângulo retângulo (seno e cosseno).

Todos esses conhecimentos apresentados durante a SDO foram desenvolvidos durante a resolução pela mediação realizada pelo docente, dando total autonomia nas ações dos estudantes o que proporcionou outros conhecimentos e outros conceitos da geometria plana e trigonometria.

Em relação à hipótese I, observamos durante a resolução da SDO que alguns participantes, ao utilizar o *software* GeoGebra, perceberam a possibilidade de completar a figura utilizando os ‘controles deslizantes’ disponibilizados. Assim como, na utilização de outros complementos, como a visualização de forma exata dos ângulos, das medidas laterais não abordadas no enunciado da questão e a construção do triângulo equilátero que por intermédio dessa visualização, proporcionou a utilização da fórmula da área do triângulo equilátero. Gadanidis, Borba e Silva (2016, p.14) destacam esses aspectos baseados na

Geometria Dinâmica quando se utiliza desses *softwares* para poder “[...] utilizar, manipular, combinar, visualizar e construir virtualmente objetos geométricos, permitindo novos caminhos de investigação”.

Observamos, a partir dos relatos dos estudantes, que o uso do *software* GeoGebra foi bastante útil na resolução da SDO, segundo L7 ao “manipular a figura à minha maneira me iluminou a encontrar o resultado” e com essa maneira de manipulação o sujeito pode determinar estratégias diferentes das iniciais que teve ao se deparar com obstáculos.

Na visão como professor os sujeitos perceberam as possibilidades que essa ferramenta proporciona, segundo L5.

L5: Contribui para uma visão mais exata do problema que envolve a geometria, pois ele mostra algumas relações que, desenhando erroneamente no papel, não são possíveis de ver. Isso é importante pois quando se trata de geometria plana a visão da figura é muito importante para utilização de algumas propriedades.

Essa afirmação vai de encontro com Pereira (2012), quando aborda que o uso desses *softwares* de geometria dinâmica encurta o processo do pensar geométrico, já que a figura mostrada em sua interface apresenta de forma detalhada e correta medidas e proporções, que diferentemente feita em papel impresso as proporções e medidas poderiam ser construídas erroneamente.

Gadanidis, Borba e Silva (2016) destacam essa distinção definindo-a de desenho e construção, figuras que são construídas em papéis impressos e nos *softwares* dinâmicos. Quando diz respeito à construção ele se refere à figura que preserva suas características e propriedades fundamentais quando as movimenta, já o desenho ao ser movimentado perde suas propriedades fundamentais.

Desse modo, a movimentação e visualização simultaneamente durante a resolução da situação didática levaram a percepção do objetivo proposto na concepção e análise *a priori* que teve o intuito de identificar o uso do cálculo da área do triângulo equilátero e encurtar o modo de encontrar o resultado.

A proposta apresentada relacionada com o uso do *software* GeoGebra e os Problemas Olímpicos – PO seguiu o modelo de ensino baseado na TSD, que criou um ambiente de discussão em sala de aula tornando o estudante protagonista no desenvolvimento do seu aprendizado, diferindo do ensino tradicional em que tem o professor como detentor do conhecimento matemático.

Destacamos que os Problemas Olímpicos são desafiadores e atrativos, no entanto direciona-se a estudantes que estão em constantes participações em competições olímpicas e obtém resultados satisfatórios em avaliações anuais em Matemática. Buscamos relacionar as características desses Problemas Olímpicos - PO, desafiadores e atrativos, adaptado junto ao *software* GeoGebra, como possibilidade de incluir uma maior quantidade de alunos em uma cultura de resolução de problemas da OBMEP.

Portanto, a partir dos relatos dos licenciandos quanto ao uso do *software* GeoGebra, constatamos que essa ferramenta se tornou bastante importante para a resolução do problema e quanto ao uso na explicação de outros conteúdos. Além disso, a possibilidade que essa ferramenta disponibilizou com amparo na visualização e dinamização das figuras, oportunizou um ambiente de discussão, diferenciando do ensino monótono na sala de aula sem o uso das tecnologias.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo baseou-se nas etapas de uma Engenharia Didática Formação - EDF que visou à organização da pesquisa e proporcionou um conhecimento amplo sobre aspectos teóricos e metodológicos do objeto de estudo (SANTOS; ALVES, 2018). Ademais, permitiu um estudo fundamentado para confirmar as hipóteses com base na construção de uma Situação Didática Olímpica - SDO para o ensino de geometria plana em sala de aula, junto à utilização do *software* GeoGebra, tanto pelo computador quanto por smartphones ou tablets.

Analizamos uma proposta de ensino de geometria plana com licenciandos do curso de Matemática da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Sobral, Ceará, Brasil, utilizando uma questão de OBMEP com amparo do *software* GeoGebra, que permitiu a percepção de novas possibilidades para a resolução do problema. Com isso, abordamos um problema que apresentou conteúdos, como: teorema de Pitágoras, classificação de Triângulos, Simetria, área de triângulos, ângulos suplementares, trigonometria no triângulo retângulo e, por fim a propriedade do cálculo da área do triângulo equilátero explorados em sala de aula junto ao uso do *software* GeoGebra, durante a vivência da sequência didática, o qual teve o acesso disponibilizado tanto por computador, smartphones ou tablets — o que facilitou o uso do *software* GeoGebra.



Observamos, a partir dos relatos dos licenciandos, que o *software* GeoGebra foi bastante útil no auxílio para a resolução da SDO proposta, por meio da exploração da visualização, da dinamização e de elementos (controles deslizantes), que possibilitaram o uso de propriedades geométricas de forma exata. Junto à sequência didática baseada na TSD possibilitou um ambiente de discussão organizado e que possibilitou que o professor agisse em momentos adequados para estimular as discussões, como também permitiu o desenvolvimento dos conhecimentos apresentados na SDO de maneira autônoma.

A TSD foi utilizada como teoria de ensino, possibilitando a criação de um meio de discussão controlado e planejado pelo professor embasado no conhecimento adquirido por meio da EDF. Além disso, inseriu elementos, como o uso *software* GeoGebra, que oportunizaram os licenciandos em formação inicial a capacidade de ação, formulação e validação das estratégias das soluções que foram apresentadas, garantindo total autonomia — o que tornou a aula mais atrativa e dinâmica.

Durante a pesquisa, ocorreram alguns obstáculos na coleta de dados, essa dificuldade decorreu devido à distância, pelo fato do decreto do Governo do Estado de Ceará a respeito do distanciamento social e, com isso, todas as universidades e escolas estavam fechadas. Diante disso, a discussão ocorreu por intermédio da plataforma Google *Meet*, com aulas remotas, o que foi desafiador tanto na motivação e nas respostas às dúvidas do licenciandos.

O artigo escrito trouxe resultados de uma investigação que foi realizada em uma pesquisa de mestrado (SILVA, 2021), e nos mostram resultados positivos frente ao uso dos Problemas Olímpicos como uma situação didática na perspectiva da TSD.

Esperamos que os licenciandos em formação inicial refletissem sobre a utilização das questões da OBMEP em sala de aula, entendendo que com o uso de metodologias de ensino que adapte ao seu alunado possam ser utilizados como uma proposta de ensino de conceitos Matemáticos.



## REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, S.; COUTINHO, C. Q. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **REVEMAT**, v. 3. n. 6, p. 62-77, jan. 2008.
- ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. Engenharia Didática: evolução e diversidade. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 07, n. 2, p. 22-52, dez. 2012.
- ALMOULOUD, S. **Fundamentos da Didática da Matemática**. Curitiba: UFPR, 2007. 218p.
- ALVES, F. R. V. Situação Didática Olímpica (SDO): Aplicações da Teoria das Situações Didáticas para o Ensino de Olimpíadas. **Revista Contexto e Educação**. v. 36, n. 113, p. 116-142, fev. 2021.
- ARTIGUE, M. Ingeniería Didáctica. In: ARTIGUE, M.; DOUADY, R.; MORENO, L.; GOMEZ, P. (Org.). **Ingeniería didáctica en Educacion Matemática: Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas**. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamericano, 1995, p. 33-61.
- AZEVEDO, I. F. **Situações Didáticas Profissionais (SDP): uma perspectiva de complementaridade entre a teoria das situações e a didática profissional no contexto das olimpíadas de matemática**. 2020, 155p. Dissertação (Mestrado acadêmico em ensino de ciências e Matemática) - Instituto federal de educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Fortaleza – Ceará.
- AZEVEDO, I. F.; ALVES, F. R. V.; OLIVEIRA, J. C. OBMEP e teoria das situações didáticas: uma proposta para o professor de matemática. **Educação Matemática em Revista - RS**, v.2, n.19, p.82-92, nov. 2018.
- AZEVEDO, I. F.; ALVES, F. R. V. Situações Didáticas Olímpicas e o GeoGebra contribuindo na formação inicial do professor de Matemática. **Indagatio Didáctica**, v. 12, n. 5, p. 393-416, dez. 2020.
- BROUSSEAU, G. **Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques**. 1986. 906f. Tese (Doutorado). L'université de Bordeaux I – França.
- FILHO, J. E. A. **Situações Didáticas Olímpicas (SDO) para o ensino de geometria plana: um contributo da Engenharia Didática**. 2019, 65p. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza – Ceará.
- FIorentini, D. A pesquisa e as práticas de formação de professores de Matemática em face as políticas públicas no Brasil. **Boletim de Educação Matemática – BOLEMA**, v. 21, n. 29, p. 43-70, set. 2008.
- GADANIDIS, G.; BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R. **Fases da tecnologia digital em educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. Autêntica, Belo Horizonte, 2016, 152p.

LABLEM, R. L.; BITTAR, M. Reflexões sobre a Teoria das Situações Didáticas por duas pesquisadoras em diferentes estágios da vida acadêmica. **Educação Matemática em Pesquisa**. v. 20, n. 2, p. 202-221, 2018.

LIMA, F. D. S. **Situações Didáticas Olímpicas para o ensino de funções**: o contributo da engenharia didática de segunda geração. 2019, 87p. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza – Ceará.

NETO, J. E. O. **Situações Didáticas Olímpicas aplicada a problemas de geometria plana da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP)**. 2019, 64p. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza – Ceará.

OLIVEIRA, C. C. N. **Olimpíadas de matemática**: concepção e descrição de “situações olímpicas” com o recurso do software GeoGebra. 2016. 137f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza.

PEREIRA, T. L. M. **O uso do software GeoGebra em uma escola pública**: interações entre alunos e professor em atividades e tarefas de geometria para o ensino fundamental e médio. 2012, 122p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.

PERRIN-GLORIAN, M-J.; BELLEMAIN, P. M. B. L'ingenierie didactique entre recherche et ressource pour l'enseignement et la formation des maîtres. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**. v. 9, n. 1, p. 45-82, dez. 2019.

SANTOS, A. P. R. A.; ALVES, F. R. V. A Engenharia Didática para o ensino de Olimpíadas de Matemática: Situações Olímpicas com amparo do software GeoGebra. **Gondóla, Ensenanza y Aprendizaje de las Ciencias**. v. 13, n. 1, p. 141-154. Jan-jun. 2018.

SANTOS, A. P. R. A. **Situações Didáticas Olímpicas**: Um contributo da Engenharia Didática Clássica no Ensino de Olimpíadas. 2018, 142p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Fortaleza.

SILVA, J. G. A. **Situações Didáticas Olímpicas (SDO)**: Uma Engenharia Didática de Formação (EDF) no Curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA para o ensino de geometria plana. 2021, 174p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Fortaleza, 2021.

SILVA, J. G. A.; ALVES, F. R. V.; MENEZES, D. B. Uma Engenharia Didática (ED) aplicada a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas e privadas (OBMEP): Situações Didáticas Olímpicas (SDO) para o ensino de geometria Euclidiana plana. **REMAT**, v. 17, p.1-16, 2020.

TEIXEIRA, P. J. M.; PASSOS, C. C. M. Um pouco da teoria das situações didáticas (TSD) de Guy Brousseau. *Zetetiké – FE/Unicamp*, v. 21, n. 39, p. 155-168, abril. 2013.

WIEST, D. D. K. **Análise dos impactos da participação na olimpíada Brasileira de matemática das escolas públicas (Obmep) para a formação dos professores orientadores e Alunos medalhistas das regiões oeste e sudoeste do paraná.** 2017. 238f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Matemática em rede Nacional - PROFMAT) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR.

## NOTAS

---

<sup>i</sup> Disponível em: <http://www.obmep.org.br/pic.htm>

<sup>ii</sup> Decreto disponível em: <http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20200316/do20200316p01.pdf>