RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS OLÍMPICOS: UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO INICIAL PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Italândia Ferreira de Azevedo [1]
Francisco Régis Vieira Alves [2]

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa de mestrado acerca do uso de problemas de olimpíadas de Matemática com foco na formação incial de professores. O objetivo foi analisar a contribuição da Resolução de problemas olímpicos, aliada ao contexto da Teoria das Situações Didáticas e Didática Profissional na formação de professores. Foi utilizado como metodologia de pesquisa a Engenharia Didática, dando ênfase à de formação. Os participantes da pesquisa foram alunos do curso de licenciatura em Matemática do IFCE. A teoria de ensino adotada foi a Teoria das Situações Didáticas e suas dialéticas aplicadas em situações didáticas. Teve-se como suporte teórico, a Didática Profissional para examinar a dimensão cognitiva da atividade profissional do professor e o desenvolvimento de competências. Durante a aplicação das situações didáticas foi utilizado o software Geogebra como auxílio na visualização e criatividade ao resolver o problema, nesse momento foi possível observar e coletar as ações e percepções dos licenciandos no momento das situações inesperadas que se depararam. Por fim, os participantes vivenciaram situações didáticas em prol de sua formação profissional, além disso, foram incentivados a inserir em sua prática de ensino o uso de problemas de olimpíadas em ala de aula.

Palavras-chave: Problemas de olimpíadas, Engenharia Didática, Teoria das Situações Didáticas, Didática Profissional, Formação de professores.

INTRODUÇÃO

As Olimpíadas de Matemática no Brasil estão repercutindo excelentes resultados a cada ano e atraindo um número maior de participação dos alunos (OBMEP, 2017), consequentemente um maior envolvimento de escolas e professores em suas preparações. A crescente participação dos estudantes nas competições nacionais, regionais e internacionais ocorre porque essas competições exigem competências mais criativas e desafiadoras, por tratarem de problemas que requerem do estudante imaginação e raciocínio (SANTOS; ALVES, 2017).

Tais problemas são apresentados de forma instigante para os alunos, abordando múltiplos aspectos matemáticos, sociais e culturais. De acordo com Carneiro (2018), muitas pessoas pensam que estudar matemática para participar de Olimpíada de Matemática exige

[1] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE, campus Fortaleza. Professora de Matemática da Rede Estadual de Ensino do Ceará, italandiag@gmail.com;
[2] Doutor em Educação Matempatica. Professor e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE, campus Fortaleza, fregis@gmx.fr.

estudar conteúdos que vão além do que é proposto na educação básica. Segundo esse autor, essa informação está totalmente errada.

> Erroneamente, muitas pessoas pensam que estudar para participar de uma Olimpíada de Matemática é avançar na matéria usual do colégio, que por exemplo um aluno da 5ª série deva estudar equação do 2º grau, ou um aluno do ensino médio deva saber tudo de cálculo. Não é nada disso. Os problemas não exigem uma dose maior de conhecimento, e sim o despertar de um raciocínio e de muita criatividade. O aluno é forçado a experimentar sua inteligência, diferentemente da maioria dos problemas mecânicos que fazem parte do currículo escolar. (CARNEIRO, 2018, p. 5).

Com intenção de desmistificar essa ideia e incorporar na prática de ensino do professor, propormos o uso de situações de ensino envolvendo resolução de problemas de olimpíadas. Porém, percebemos que existe a necessidade de uma formação específica para trabalhar com Problemas Olímpicos (PO), mesmo sabendo que os conteúdos cobrados são intrínsecos ao currículo do ensino fundamental e médio. Segundo observações no contexto escolar realizadas por Giareta, Oro e Rico (2014, p. 1-2), afirmaram que “existe uma grande parcela de professores com lacunas conceituais nos diversos componentes curriculares, o que os torna inseguros quanto à sua prática pedagógica, ou os limita ao uso do livro didático como ferramenta de ensino”.

Com isso, percebemos as dificuldades enfrentadas por alguns professores de matemática quando a situação é resolver problemas de Olimpíadas, pois exige mais estudo e formação aprofundada nos conteúdos matemáticos. O professor precisa conhecer e trabalhar com materiais além do livro didático, passar por momentos/formações onde aconteça discussão e análise de estratégias de ensino.

Assim, este trabalho tem como motivação inicial a discussão de problemas olímpicos na perspectiva de formação de professores (CALDAS; VIANA, 2013) e na concepção de competências profissionais do professor de Matemática. Esses problemas de olimpíadas estão vinculados com que chamamos de Situação Didática Olímpica (SDO), definida por Oliveira (2016), como sendo situações de ensino para resolução de problemas olímpicos segundo as fases dialéticas de Brousseau (2008), que serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

Esta pesquisa adotou a metodologia de pesquisa conhecida como Engenharia Didática. Ela é caracterizada como um esquema experimental baseado em realizações didáticas em sala de aula, ou seja, baseia-se nos fenômenos que abrangem “concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino” (ALMOULOUD; COUTINHO, 2008, p. 66).

Para uma melhor compreensão referente à competência do professor de Matemática, nos apoiamos na vertente francesa Didática Profissional (DP), para entendermos o conceito no campo de trabalho dos adultos e sua formação profissional. De acordo com Pastré (2017, p. 626), na DP, a análise do trabalho responde um duplo objetivo que significa "construir conteúdos de formação correspondentes à situação profissional de referência e utilizar as situações do trabalho como suporte para a formação de competências". Visualizamos uma forte relação de interesse na formação profissional, logo faremos uma relação específica à formação do professor de matemática.

Uma vez que o foco de nossa pesquisa não está no ensino de conceitos matemáticos, mas na proposta de utilizar resolução de problemas olímpicos, articulado com a Teoria das Situações Didáticas (TSD) e Didática Profissional (DP), para o processo de formação e concepção de competência profissional de um professor de Matemática.

Nas seções a seguir, apresentamos a metodologia desse trabalho e um exemplo de situação didática que foi aplicada com os participantes dessa pesquisa, com intuito de conceber ou identificar uma Situação Didática Profissional a partir de suas ações ao se depararem com situações não esperadas ou inéditas.

METODOLOGIA

Visando alcançar nosso objetivo, escolhemos a Engenharia Didática (ED) como metodologia de pesquisa, pois se caracteriza por "uma pesquisa experimental pelo registro em que se situa e modo de validação que lhe são associados: a comparação entre análise a priori e análise a posteriori" (ALMOULOUD; COUTINHO, 2008, p. 66). Sendo assim, bastante útil nessa pesquisa devido realizarmos o acompanhamento do desenvolvimento profissional do futuro professor de Matemática. Essa metodologia tem uma singularidade própria que é usar validação interna, isto é, o número de participantes pode ser pequeno e não é necessário a aplicação de um pré-teste ou de um pós-teste.

A Engenharia Didática é composta por quatro etapas fundamentais: 1) Análise preliminar, que caracteriza-se por fazer um levantamento histórico sobre o conceito a ser ensinado, bem como suas condições de aprendizagem; 2) Concepção e Análise a Priori, define-se pela planejamento e elaboração das situações didáticas, além da criação de hipóteses referentes à essas situações didáticas; 3) Experimentação, momento que acontece a aplicação das situações didáticas e são coletado os dados da pesquisa; e 4) Análise a Posteriori e Validação, na qual os dados obtidos são listados e organizados para que em seguida, sejam comparados com a Análise a Priori para assim serem validados, ou seja, após o confronto da análise a priori com as observações coletadas na experimentação, “temos elementos para realizar uma análise sobre a reprodutividade ou não da engenharia proposta, além de levantarmos possíveis questionamentos, voltados a futuras pesquisas” (SANTOS; ALVES, 2017, p. 450).

Assim, a Engenharia Didática contempla a pesquisa e a prática, ou seja, ela abre espaço para voltarmos alguma das etapas quando é sentido a necessidade ou quando o objetivo da aula não foi atingido. Porém para esta pesquisa estamos dando ênfase na Engenharia Didática de Segunda Geração ou Engenharia Didática de Formação (EDF), sendo ela uma generalização da Engenharia Didática Clássica (usa as mesmas etapas), porém voltada especificamente para formação de professores e produção de material didático. Buscamos apoio nas contribuições de Artigue (1988; 1996), Perrin-Glorian e Bellemain (2016), Almouloude (2007) e Alves (2017; 2018) para construir um ambiente de formação e investigação com professores em formação inicial.

Segundo Artigue (1988), é uma forma de trabalho didático comparável ao trabalho de um engenheiro que, para realizar um certo projeto, se apoia em conhecimentos científicos/epistêmicos de seu domínio, mas ao mesmo tempo, é obrigado a trabalhar objetos mais complexos que os objetos depurados da ciência.

Para Perrin-Glorian e Bellemain (2016), a Engenharia de Segunda Geração busca mostrar as práticas atuais de ensino de um certo conteúdo matemático e identificar as necessidades dos alunos (dificuldades de aprendizagem) e dos professores (dificuldades de ensino) fazendo um confronto das descobertas com a instituição de ensino. Além disso, essas autoras especificam que essa metodologia traze também “possibilidades de evolução das práticas comuns dos professores, identificando os pontos em que precisam de apoio, pontos a serem levados em consideração nos recursos e na formação” (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2016, p. 40, tradução nossa).

Pastré, Mayen e Vergnaud (2006) e Pastré (2017), contribuem com a concepção da dimensão cognitiva presente na atividade profissional e formação de competência, no qual trazemos o olhar para a função do professor de Matemática.

Os sujeitos dessa pesquisa foram selecionados a partir de alguns critérios, como: ser aluno do curso de Licenciatura em Matemática, participar do programa da Residência Pedagógica e estar próximo de concluir o curso. Sendo assim, dos vinte e oito que participam, atualmente do programa, selecionamos apenas seis. Uma justificativa para selecionar alunos da Residência Pedagógica é devido eles estarem frequentemente participando de formações e ao mesmo tempo, convivendo no ambiente escolar, podendo assim, contribuir a respeito da inclusão de Problemas Olímpicos na prática de ensino, ao mesmo tempo, conciliando com o uso do software GeoGebra para uma melhor representação e modelização dos problemas.

A experimentação e coleta de dados aconteceram no laboratório de Matemática do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, campus Fortaleza, durante os meses de abril e maio de 2019, que aconteceram a partir de formações e discussões referentes a aplicações de situações didáticas com abordagens à resolução de Problemas Olímpicos (PO) usando as dialéticas da Teoria das Situações Didáticas como forma de organizar nossas sequências didáticas. Nesta etapa aplicamos de seis situações didáticas, no nosso caso, nomeada de Situações Didáticas Olímpicas (SDO), que foram planejadas na etapa da Concepção e Análise a priori (2ª etapa da ED). Iniciamos determinando o contrato didático, estabelecido entre a pesquisadora e os professores em formação (sujeitos da pesquisa), alterando assim, a visão proposta por Brousseau (professor-aluno), porém seguiremos a mesma definição que é aceitar a responsabilidade pelo seu aprendizado. A coleta dos dados aconteceu a partir de instrumentais como: registros fotográficos, produções dos sujeitos, entrevistas, dentre outros, a fim de fortalecer a pesquisa.

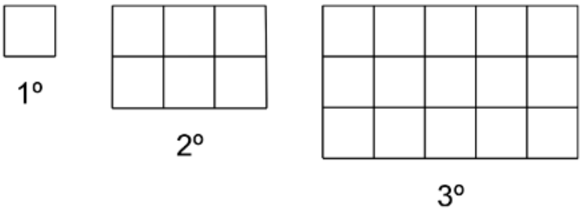
Com isso, coletamos as ações no ato das resoluções dos problemas e as dimensões cognitivas abordadas pelos futuros professores; observamos o desenvolvimento profissional na busca de despertar suas competências em resolver problemas ou se sobressair de situações complexas que possam surgir em sala de aula, assim seguindo um primórdio da Didática Profissional. A partir das análises dos dados (ainda em andamento), temos como intuito descrever uma noção de Situação Didática Profissional (SDP).

A seguir, expomos um exemplo de aplicação de uma Situação Didática Olímpica, fundamentada e condicionada por uma teoria de ensino, ou seja, na perspectiva da Teoria das Situações Didáticas, na qual detectamos e distinguimos os momentos dialéticos de ação, formulação, validação e institucionalização, empregados nessa situação de ensino, a partir de uma estratégia de solução prevista antecipadamente (Análise a priori) e após a aplicação da etapa de experimentação, Análise a posteriori, fazendo o confronto dessas duas etapas.

DESCRIÇÃO DE UMA SITUAÇÃO DIDÁTICA OLÍMPICA (SDO)

Problema da OBMEP 2008 – 1ª fase – Nível 3- questão 04.

Com quadradinhos de lado 1 cm, constrói-se uma sequência de retângulos acrescentando-se, a cada etapa, uma linha e duas colunas ao retângulo anterior. A figura mostra os três primeiros retângulos dessa sequência. Qual é o perímetro do 100º retângulo dessa sequência?



Análise a priori

O objetivo desta situação é levar o aluno/professor a perceber a existência de um padrão matemático para o aumento dos quadradinhos de cada retângulo, sendo observado o que crescimento na linha e na coluna, para assim encontrar o perímetro do 100° retângulo. Para esse problema é exigido como conhecimentos prévios: Perímetro e termo geral da Progressão Aritmética (PA).

Acreditamos que os sujeitos da pesquisa tenham conhecimento desses conteúdos matemáticos, por isso que nosso intuito será analisar as ações referente as estratégias de resolução para encontrar a solução, além de verificar como os professores em formação se sobressairão nessa situação completamente nova, pois eles não têm o hábito de resolver problema de olimpíada. Além disso, não informaremos que esse problema foi retirado da prova da OBMEP e nem que é direcionado para os alunos do Ensino Médio.

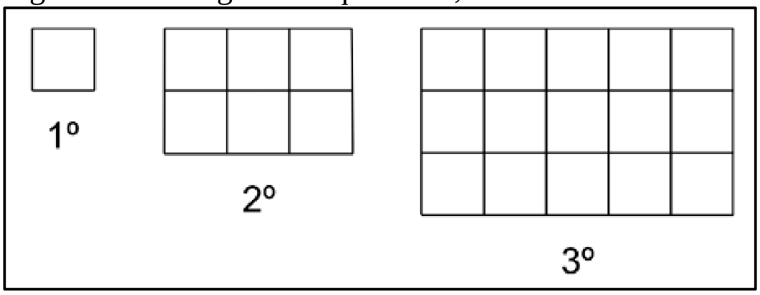
Expomos, a seguir, a resolução do problema a partir de uma previsão de ações referente ao conhecimento do assunto e estratégias de solução. Usaremos o software Geogebra como recurso digital para uma melhor compreensão, visualização e validação do problema, se no caso for necessário.

Para dividir as fases da solução e acompanhamento do novo conhecimento dos sujeitos, usaremos as quatro dialéticas da Teoria das Situações Didáticas (ação, formulação, validação e institucionalização). Entendemos que no momento da resolução do problema, essas quatro dialéticas podem acontecer simultaneamente, separadamente ou deixar de acontecer alguma fase, pois não é necessário que em todas as situações didáticas seja possível identificar as quatro fases da TSD. Mas para esse problema, buscamos prever ações para cada uma delas seguindo as dialéticas propostas por Brousseau (2008). Como propomos a seguir:

Dialética da Ação – Nessa fase, esperamos que os professores, após lerem o problema percebam que as alturas dos retângulos irão, no decorrer de cada etapa, aumentar 1 cm, visto que no primeiro retângulo a altura mede 1 cm, no segundo, 2 cm e no terceiro, 3 cm, e assim sucessivamente, já que os lados de cada quadradinho que compõe os retângulos medem 1 cm.

Em seguida, esperamos que observem que a base do primeiro retângulo é 1 cm, do segundo retângulo, 3 cm e do terceiro retângulo, 5 cm, como já está exposto na imagem do problema (figura 1).

Figura 1 – Retângulos da questão 4, OBMEP 2008/nível 3.



Fonte: Recorte da imagem dos retângulos do problema.

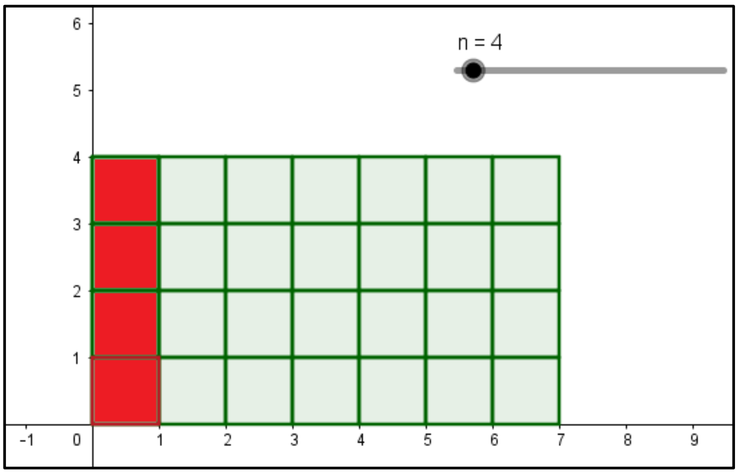
Assim, o aluno começará a observar o padrão existente para a base dos retângulos, analisando a diferença que há entre a medida das bases do primeiro e do segundo, do segundo e do terceiro retângulos, bem como em quaisquer dois retângulos consecutivos da sequência, perceberá que essa diferença é de 2 cm.

Dessa forma, os sujeitos notarão que para a base do retângulo há um padrão diferente do padrão da altura. Sendo assim, tomarão suas primeiras decisões acerca do problema, concordando com as ideias de Almouloud (2007, p.38), "as interações estão centralizadas na tomada de decisões", ou seja, essa fase permite que o professor estabeleça ações de como pode resolver esse problema.

Agora, almejando o manuseio de um recurso digital que possibilite a exploração visual da sequência, apresentaremos para os professores a construção já pronta desse problema no *software* Geogebra. A partir do *software*, será possível eles observarem o aumento da base e da altura de cada retângulo da sequência de forma mais didática e concreta.

Na figura 2, observamos um exemplo de como pode ser feito essa exploração e manipulação a partir da ferramenta controle deslizante.

Figura 2 – Visualização do quatro retângulo da sequência



Fonte: Construção nossa.

Na figura, o n representa a posição da figura e a altura do retângulo, nesse caso temos o quarto retângulo da figura, se continuarmos a construção das figuras que já vieram proposto no problema encontramos exatamente essa mesma quantidade de quadradinhos para a linha e coluna.

Dialética da Formulação – Nessa fase**,** Almouloud (2007, p. 38) afirma que "o aluno troca informações com uma ou várias pessoas, que serão os emissores e receptores, trocando mensagens escritas ou orais". Sendo assim, com essa troca de informações o professor poderá chegar à conclusão de que como a sequência prevalecerá para o enésimo retângulo, essa diferença será a razão de uma Progressão Aritmética. Ainda segundo o autor, "essa dialética permite criar um modelo explícito que pode ser formulado com sinais e regras comuns, já conhecidas ou novas" (ALMOULOUD, 2007, p. 38).

Com isso, os sujeitos deverão estabelecer um padrão matemático, através do qual, seja possível calcular a medida da base de qualquer figura que esteja nessa sequência, para depois calcular o perímetro do 100° retângulo. A partir de seus conhecimentos prévios sobre Progressão Aritmética (PA) e compreensão do conceito e aplicação do termo geral da PA, os professores perceberão que para calcular a medida da base do enésimo retângulo será válida a fórmula:

$$a_n = a_1 + (n-1) \cdot r, n \in N$$

Sabendo que o termo a_n corresponde à quantidade de quadradinhos da base do retângulo que está na posição n, o modelo matemático para a base do enésimo retângulo será:

$$a_n = 1 + (n-1) \cdot 2$$

Fazendo a distributiva, esse modelo também poderá ser escrito como: $a_n = 1 + 2n - 2$, que resultará em $a_n = 2n - 1$.

Mas de acordo com a lei de formação apresentada no problema, a sequência de retângulos, escrita como altura x base, é da forma

$$1 \cdot 2, 2 \cdot 3, 3 \cdot 5, 4 \cdot 7, \ldots, n \cdot (2n - 1),$$

Logo, o 100º retângulo, isto é, quando $n = 100$ é da forma:

$100 \cdot (2 \cdot 100 - 1) = 100 \cdot 199$. Isso levará os sujeitos a concluir que tem 100 quadradinhos de altura e 199 de base, com isso, o seu perímetro, é:

$$2 \cdot (100 + 199) = 598\ cm$$

Dialética da Validação - Nessa fase, os professores em formação deverão provar e validar suas ideias e estratégias que os levarão a chegar na solução (correta ou não). Sendo assim, pode acontecer debates, argumentações e apresentações da(s) maneira(s) que encontraram aquela resposta, pois para um único problema podemos encontrar diversas maneiras de solucioná-lo.

Para esse problema, os professores deverão apresentar na lousa de pincel suas soluções, explicando os caminhos que os levaram à sua resposta. Se for necessário, poderão usar o software Geogebra como amparo para essa comprovação de solução. Assim, concretizaremos a validação do problema e as estratégias de soluções encontradas pelos professores, ou seja, podendo analisar as respostas que utilizaram mais raciocínios, lógicas ou exploração de conceitos matemáticos.

Dialética da Institucionalização – Por fim, nessa fase, a professora (pesquisadora) retomará a responsabilidade da situação e mostrará que para encontrar o perímetro qualquer retângulo dessa sequência bastará utilizar o mesmo raciocínio. É aqui, o momento de fazer uma revisão do problema e tirar possíveis dúvidas surgidas no decorrer da aplicação da situação didática.

É interessante que a professora (pesquisadora) conduza os professores a compararem os dados observados na janela de álgebra do Geogebra com os dados da janela de visualização, a fim de analisarem o comportamento da sequência de figuras através de dois pontos de vista distintos, o algébrico e o geométrico. Assim, "o saber torna-se oficial e os alunos devem incorporá-lo a seus esquemas mentais, tornando assim disponível para utilização na resolução de problemas matemáticos" (ALMOULOUD, 2007, p.40).

Análise a posteriori

Para resolver a SDO I, avisamos que os professores estavam limitados a usarem apenas assuntos da educação básica, focando em uma abordagem compreensível (didática) para o nível que o problema está proposto.

No início dessa situação didática todos os sujeitos da pesquisa (professores em formação) leram o enunciado do problema e começaram a trabalhar inicialmente de forma individual (Figura 3), mas após alguns minutos começaram a trocar ideias entre si, realizando as ações e formulações para dar solução à situação como tínhamos previstos na análise a priori.

Figura 3 – Momento da ação

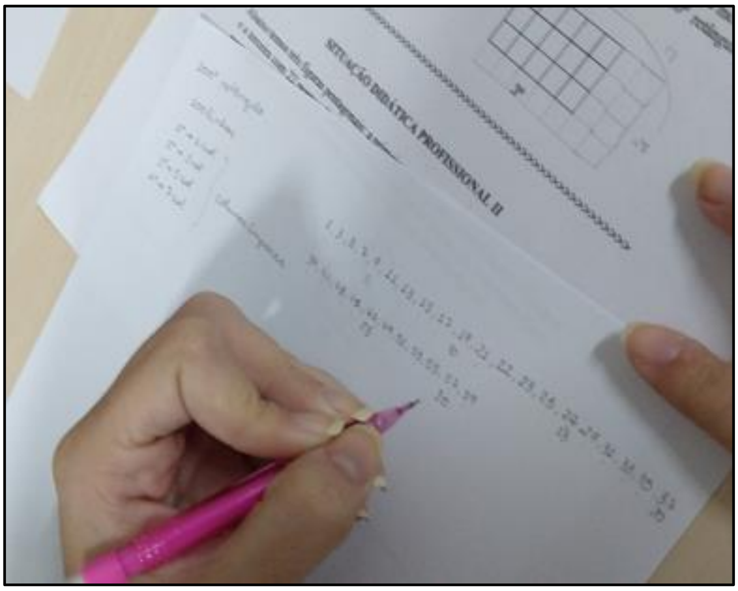
Fonte: Dados da pesquisa.

No momento da formulação, cabe a troca de informações orais ou escritas referente ao objetivo do problema. Então, nesse momento observamos os diálogos entre os alunos sobre o aumento de linha e coluna dos retângulos como foi previsto.

> *P4: Linha sempre vai aumentar uma. Na primeira figura tem uma coluna e uma linha. Concorda comigo? Na segunda, ele tem três colunas e duas linhas. Na terceira, cinco colunas e três linhas. Na quarta, ele vai ter dois elevado a três que dar que vai dar oito, então ele vai ter nove colunas, porque sempre tem uma base.*
> *P1: Na quarta vai ter sete colunas e quatro linhas ..., aí o problema pergunta: Qual o perímetro do 100º retângulo desta sequência? Na parte de cima, temos n+1, não, n+2, ...*
> *P4: Eu errei, não vai ser potência.*

Em seguida, os professores buscaram apresentar um modelo matemático para a solução, nesse caso recorreram a álgebra para padronizar uma fórmula (Figura 4), ao mesmo tempo, continuavam verbalizando suas estratégias e possíveis formas de solução.

Figura 4 – Desenvolvendo um padrão para a sequência



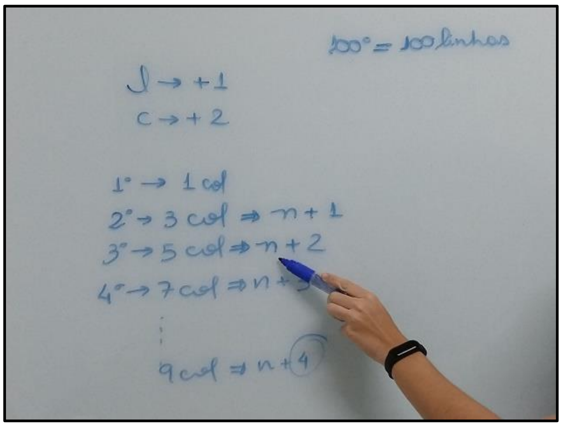
Fonte: Dados da pesquisa.

Após esse momento de troca de informações com os colegas e tentativas de estabelecer um padrão para resolver o problema, o *software* Geogebra foi utilizado como auxílio na visualização do padrão de crescimento dos quadradinhos como é pedido no problema. Com a construção no Gogebra, eles observaram o aumento de quadradinhos na linha e na coluna dos retângulos (Figura 5), em seguida iniciaram a criação de um modelo matemático que representasse aquela sequência (Figura 6).

Figura 5 – Explorando a construção no Geogebra

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 6 – Desenvolvendo um modelo matemático para o problema



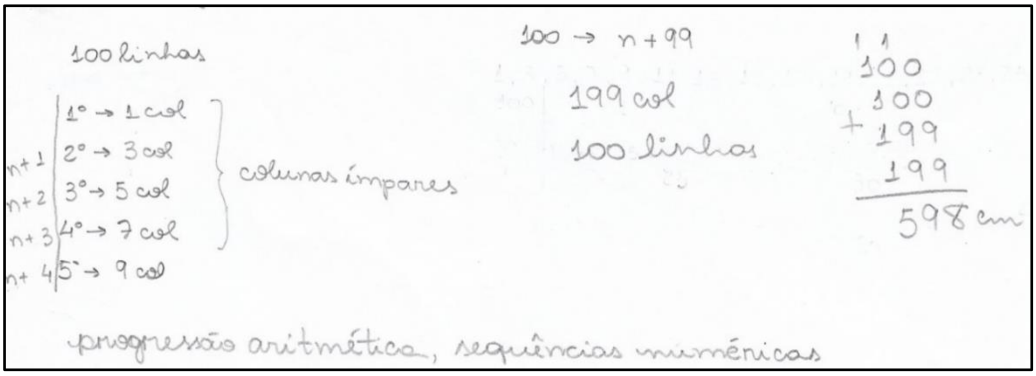
Fonte: Dados da pesquisa.

Lembramos que a construção no Geogebra já foi apresentada pronta, sendo assim, os professores movimentaram a ferramenta ‘controle deslizante’ para observarem as mudanças na construção (aumento e/ou redução) dos quadradinhos dos retângulos, a partir da alteração do valor n. Com isso, o retângulo apresentava alterações automaticamente no valor de seu perímetro quando o n era modificado, ocasionando um dinamismo no problema e proporcionando uma melhor interação entre o sujeito e o problema.

Na sequência, analisaremos com mais detalhe as ações e estratégias de soluções encontradas pelos professores (P1 e P3) e seus respectivos desenvolvimentos profissionais ao lidarem com essa situação nova, ou seja, resolver um problema de olimpíada. Selecionamos os professores P1 e P3, visto que realizaram outras ações que não tínhamos previsto na análise a priori.

O P1, na fase de formulação, nos apresenta sua solução (Figura 7) registrada no ambiente lápis e papel. Observamos que esse professor realizou primeiro a organização das linhas e colunas, para assim, identificar as quantidades de cada uma delas ou padronizar um modelo matemático da sequência.

Figura 7 – Solução encontrada pelo P1



Fonte: Dados da pesquisa.

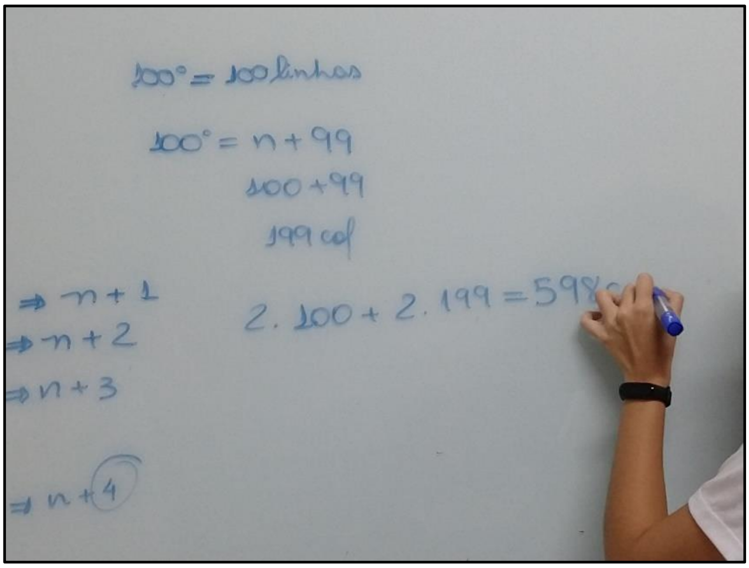
A partir da figura, percebemos que o P1, relacionou que a 100ª figura, seria a mesma quantidade de linhas da figura do 100º retângulo da sequência. Já as colunas foram calculadas por: $n, n+1, n+2, n+3, n+4 \ldots$, identificando que o número de colunas sempre será um valor ímpar, fazendo uma relação com assuntos que envolvem a sequência numéricas do tipo Progressão Aritmética. Tal fato não havia sido pressuposto na nossa análise a priori. Depois dessa descoberta, ele encontrou que o número de colunas é igual a 199.

Então, encerrou calculando o perímetro do 100º retângulo da sequência, isto é, fazendo apenas uma soma básica das quantidades de quadradinhos dos quatro lados do retângulo, ficando: $100 + 100 + 199 + 199 = 598\ cm$.

No momento da validação, esse professor expôs, para todos os presentes, seu pensamento estratégico e suas dificuldades no decorrer do processo de solução, sendo essas dificuldades relacionadas a falta de habilidade em resolver problemas de olimpíadas, pois de acordo com o P1, no curso de licenciatura em Matemática dele não tem disciplinas ou momentos voltadas para resolução de problemas de olimpíadas.

Na Figura 8, visualizamos o esboço da solução do P1 a partir da generalização do número de colunas da 100º figura é $n + 99$.

Figura 8 – Momento de validação do P1

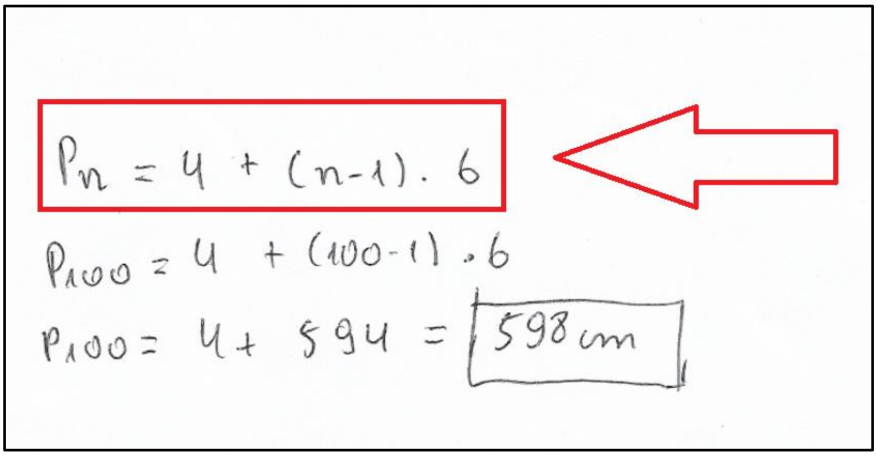


Fonte: Dados da pesquisa.

A interação das fases da ação, formulação e validação (situação adidática) para o professor P1, mobilizou seus conhecimentos prévios sobre o assunto, ao mesmo tempo ele na posição de professor em formação, criou e/ou despertou estratégias de solução que possam ser usadas em sala de aula, contribuindo assim com a formação desse professor quando estirem no ambiente de profissional.

Já o P3, realizou ações diferentes, visto que conseguiu generalizar um padrão matemático que ao aplicar um certo valor n, seja possível encontrar diretamente o perímetro do retângulo que deseja, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Padrão matemático identificado pelo P3



Fonte: Dados da pesquisa.

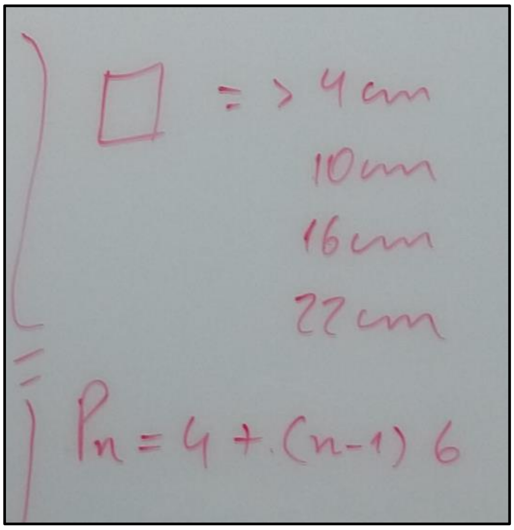
Observemos que na representação algébrica para esse problema, a descoberta do modelo matemático criando uma fórmula específica para calcular diretamente o valor do perímetro, é própria do P3. Sendo assim, identificamos que esse professor já tem uma certa habilidade nos assuntos matemáticos da educação básica ao resolver problemas de olimpíadas ou mesmo, tenha mais experiência em sala de aula com esses tipos de situações.

Ao questionarmos sobre a descoberta ao P3, perguntamos sobre sua experiência em resolver problemas. Ele respondeu que auxilia um grupo de preparação para as olimpíadas de Matemática na instituição em que estuda[3], além disso, afirmou que gosta de resolver problemas provocantes e desafiadores. Com isso, percebemos a diferença do professor que já trabalha com resolução de problemas de olimpíadas e as habilidades que são desenvolvidas no decorrer do processo de formação, pois quanto mais resolve problemas mais se aprende matemática.

Continuando a análise das ações do P3, ele apresentou no momento da validação o seguinte raciocínio para resolver o problema (veja Figura 10).

[3] O IFCE oferece cursos em diferentes modalidades, o grupo de preparação de olimpíadas que estamos nos referindo é formado por alunos do Ensino Médio.

Figura 10 – Estratégia de solução realizada pelo P3



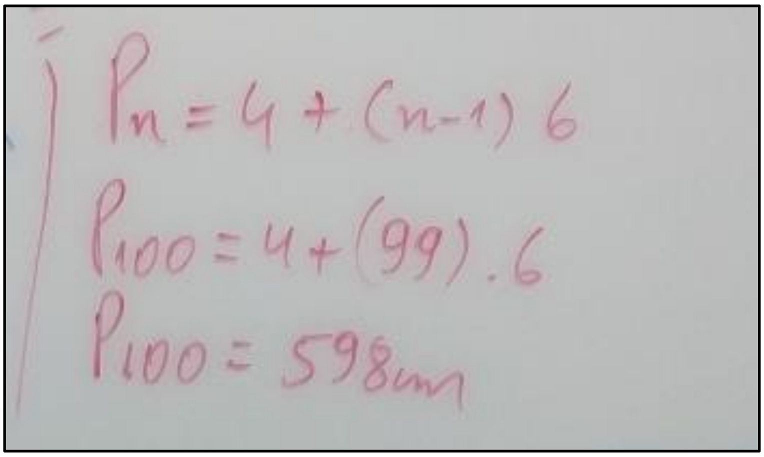
Fonte: Dados da pesquisa.

A partir do relato em áudio coletado no ambiente de aplicação, o P3 afirmou que resolveu esse problema fazendo observações nas figuras do problema, ou seja:

> *P3: Eu observei que no primeiro quadradinho como mede 1 cm de lado, então tem 4 cm de perímetro, pro segundo com seis quadradinhos, seriam 10 cm. Pro terceiro seria 16 cm, aí fui fazer o desenho do quarto só para ter certeza e cheguei a 22 cm, aí com essa observação eu cheguei a essa fórmula que seria o perímetro da primeira figura, que seria o termo inicial, mais n -1 vezes 6.*

o relatado anterior, a Figura 11 nos apresenta a solução realizada pelo P3 no momento da sua exposição/validação na lousa.

Figura 11 – Validação realizada pelo P3



Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, afirmamos que o objetivo dessa situação foi atingido, já que os professores conseguiram resolver o problema e apresentar diferentes estratégias de solução, enriquecendo mais ainda o ambiente de formação e preparando esses futuros professores para a sala de aula. Referente ao processo de utilização do Geogebra como recurso didático, os professores afirmaram que ele contribuiu na visualização de um número maior da sequência, mas que não foi fundamental para solucionar o problema.

Na institucionalização, a pesquisadora fez um levantamento de todas as estratégias de solução apresentada naquele único problema, discutindo as variáveis didáticas e obstáculos que surgiram no decorrer da resolução. Além disso, questionou a importância dos professores em formação valorizarem todos os caminhos diferentes que seus alunos encontrão nas suas respostas, pois quando eles estiverem em sala de aula poderão se deparar com situações desse tipo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma investigação que está sendo realizada com futuros professores de Matemática de um curso de licenciatura em Matemática, focando nas ações de como resolvem os problemas de olimpíadas e como desenvolvem competências para trabalhar com os fenômenos do ensino e da aprendizagem na sala de aula. Temos como intuito, que esses futuros professores possam aderir, em sua prática de ensino, a resolução de problemas olímpicos, em especial problemas da OBMEP, não deixando para trabalhar esse tema apenas em grupos específicos de preparação de Olimpíadas, mas sim ampliando para todas as turmas e possibilitando à um maior número de alunos, a oportunidade de despertar sua criatividade e autonomia no processo de resolução dos problemas.

A Engenharia Didática de Formação estar sendo usada com intuito de organizar a pesquisa de mestrado e focar exatamente na formação de professores de Matemática. As quatro dialéticas (ação, formulação, validação e institucionalização) propostas pela TSD, foram usadas com intuito de promover uma sequência de ensino e promover um ambiente de construção de conhecimento, focando no desenvolvimento de estratégias, raciocínio cognitivo, interpretação e argumentação do problema. Apresentamos um resultado previsto a partir de uma estratégia de solução, usando as quatro dialéticas, sendo que a institucionalização, não faz parte de uma situação adidática, pois o controle do saber volta para o professor (BROUSSEAU, 2008). O GeoGebra possibilitou uma modelização

Matemática, proporcionando a visualização, manipulação e demonstração dos cálculos**,** interligando a Matemática e a tecnologia.

Por fim, esperamos que este trabalho possa ajudar o professor, em formação, na construção de conceitos e aplicações Matemáticas envolvidas nos problemas Olímpicos; despertando e desenvolvendo capacidades profissionais para contribuir na sua prática de ensino, segundo a proposta da Didática Profissional.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S.A. **Fundamentos da Didática da Matemática**. Paraná: UFPR, 2007.

ALMOULOUD, S. A.; COUTINHO, C. D. Q. E. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, SC**,** v. 3, p. 62-77, 2008.

ALVES, F.R.V.; CATARINO, P.M.M.C. Engenharia Didática de Formação (EDF): Repercussões para a formação do professor de matemática no Brasil. **Educação Matemática em Revista**, Rio Grande do Sul, v. 2, n. 18, 2017. Disponível em:< http://sbemrs.org/revista/index.php/2011_1/article/viewFile/304/222>. Acesso em: 01 mai. 2018.

ALVES, F.R.V. Engenharia Didática de Formação (EDF): sobre o ensino dos números generalizados de Catalan (NGC). **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 20, n.2, p. 47-83, 2018.

ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9, n. 3, 281-308, 1988.

ARTIGUE, M. Engenharia Didática. In: BRUN, J. **Didática das Matemáticas**. Tradução de: Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. Cap. 4. p. 193-217.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. Apresentação de Benedito Antônio da Silva. São Paulo: Ática. 2008.

CALDAS, C. C.S.; VIANA, C.S. As Olimpíadas Brasileira de Matemática das escolas públicas na formação de professores e alunos. **Revista Margens Interdisciplinar**, Abaetetuba, v. 7, n. 8, p. 325-339, 2013.

CARNEIRO, E. **Professor: saiba como montar um projeto de olimpíada de matemática na escola.** OBM, 2018. Disponível em:< https://www.obm.org.br/2018/02/08/professor-saiba-como-montar-um-projeto-de-olimpiadas-na-escola/>. Acesso em: 02 nov. 2018.

GIARETA, M.K.; ORO, N.T.; RICO, R.M.T. Formação de Professores de Matemática: um relato de experiência. XVII Encontro Nacional de Prática de Ensino – ENDIPE, **anais...** EdUECE- Livro 2, 2014.

OLIVEIRA, C.C.N. Olímpiadas de Matemática: **Concepção e descrição de “Situações Olímpicas” com recurso do software Geogebra**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2016. Disponível em:<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/21033/1/2016_dis_ccnoliveira.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2016.

PASTRÉ, P. A análise do trabalho em didática profissional. Tradução de Olivier Allain e Crislaine Gruber. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 98, n. 250, p. 624-637, set./dez. 2017. Disponível em:< http://www.scielo.br/pdf/rbeped/v98n250/2176-6681-rbeped-98-250-624.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

PASTRÉ, P.; MAYEN, P.; VERGNAUD, G. La didactique professionnelle. **Revue française de pédagogie**. n. 154, pp. 145-196, 2006.

PERRIN-GLORIAN, M.J.; BELLEMAIN, P.B. L'ingenierie didactique entre pesquisa e recursos pour l'enseignement et la formation des maitres. **Anais...** do I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática-LADIMA .1-15, 2016.

SANTOS, A.P.R.A.; ALVES, F.R.V. A teoria das situações didáticas no ensino das Olimpíadas de Matemática: Uma aplicação do Teorema de Pitot. **Revista Indagatio Didactica**, v.9, n.4, p. 279-296, 2017. Disponível em:< http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/6158/4739>. Acesso em: 02 abr. 2018.