INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE CAMPUS FORTALEZA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MARIA HELENA DE ANDRADE

APLICAÇÃO DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS OLÍMPICAS NUMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NA FORMAÇÃO DOCENTE

FORTALEZA – CE

2018

MARIA HELENA DE ANDRADE

APLICAÇÃO DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS OLÍMPICAS NUMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NA FORMAÇÃO DOCENTE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE-Campus Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Alves Feitosa.

Coorientadora: Profª. Drª. Ana Carolina Costa Pereira

FORTALEZA – CE

2018

,

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará – IFCE
Sistema de Bibliotecas – SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

A533a Andrade, Maria Helena de.

Aplicação das Situações Didáticas Olímpicas numa Abordagem Experimental na Formação Docente / Maria Helena de Andrade. – 2018.

126 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Ceará, Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática, CampusFortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Raphael A lves Feitosa.

Coorientação: Profa. Dra. Ana Carolina Costa Pereira.

1. Área de Figuras Planas. 2. Formação Inicial Docente. 3. Situações Didáticas Olímpicas. 4. Engenharia Didática. I. Título.

CDD 510.07

MARIA HELENA DE ANDRADE

APLICAÇÃO DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS OLÍMPICAS NUMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NA FORMAÇÃO DOCENTE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE-Campus Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 22 /10 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

Raphael Alves Feitosa

Prof. Dr. Raphael Alves Feitosa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Carolina C. Pereira

Profª. Drª. Ana Carolina Costa Pereira (Coorientadora)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Ana Cláudia Mendonça Pinheiro

Profª. Drª. Ana Claudia Mendonça Pinheiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profª. Drª. Maria José Costa dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico à minha família: Henrique (filho) e Cintya (filha).
Sem o apoio de ambos, este trabalho não teria sido realizado.
Ao meu pai, José Tavares, e Batista (esposo), in memoriam.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Raphael Feitosa, orientador, pela disponibilidade e ensinamentos durante a concretude deste trabalho, sempre gentil, educado e tranquilo.

Ao prof. Dr. Régis Alves, o meu reconhecimento pela oportunidade de realizar este trabalho ao lado de alguém que inspira conhecimento, meu respeito e admiração pela sua capacidade cognitiva.

Ao prof. Dr. Saddo Ag Almouloud, pelas valiosas contribuições.

A profª. Drª. Ana Carolina Costa Pereira, pela contribuição e apoio incondicional.

Aos demais professores doutores do Curso, pela condução dos trabalhos.

Ao filho Henrique e a filha Cintya, pilar da minha vida, pelo apoio incondiconal em todos os momentos, em especial aqueles furtados da minha presença por estar realizando a pesquisa, situação comum para aqueles que enfrentam um mestrado acadêmico.

À minha mãe, Maria, a quem sempre dedicarei todas as vitórias obtidas e a quem ofereço todo o amor e respeito por tudo o que ela representa em minha vida.

À amiga Rannyelly Oliveira, verdadeira companheira de pesquisa e pelo incentivo nos momentos de maior dificuldade.

À amiga Naiara Batista, pelas palavras motivadoras durante o percurso das disciplinas e pesquisa.

Ao corpo docente da Escola Municipal José Alcides Pinto, pela compreensão e apoio em substituir-me em alguns horários, os quais coincidiam com os horários das aulas.

Ao diretor da Escola Municipal 7 de Setembro, Prof. Mauricélio de Oliveira Soares pela valiosa amizade e compreensão nos momentos de ausência.

A Matemática, senhora que ensina o homem a ser simples e modesto, é a base de todas as ciências e de todas as artes.

(Malba Tahan)

RESUMO

Procura conhecer as concepções dos licenciandos do Curso de Licenciatura da Universidade Federal do Ceará que fazem parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) na área de Matemática da Universidade Federal do Ceará relacionadas a área de figuras planas. As atividades envolvem as construções das Situações Didáticas Olímpicas em um ambiente motivador através de papel, lápis ou caneta e uso do quadro de giz, no qual os futuros professores (participantes) são solicitados a efetuar as elaborações, fazendo uso de questões da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas sobre área. A metodologia de pesquisa aplicada é denominada de Engenharia Didática de segunda geração e fundamentada na Teoria das Situações Didáticas, por ser um esquema experimental com base em realizações didáticas ocorridas no interior da sala de aula, tendo o professor o papel de escolher situações-problema intencional para mobilização do saber. Em um estudo preliminar, investigaram-se as concepções dos participantes com relação ao estudo de Geometria, em particular, o conteúdo área de figuras planas, como também a contemplação desse assunto em três livros da Educação Básica. As análises preliminares demonstraram que algumas concepções referentes à abordagem do assunto em livros didáticos estavam equivocadas, uma vez que estes pensavam que os capítulos referentes ao ensino da Geometria vinham sempre ao final do livro didático. Acreditavam, ainda, que o conteúdo área de figuras planas era visto em todas as séries terminais do Ensino Fundamental. Na experimentação, observa-se que, a medida que os participantes realizam as formulações das Situações Didáticas Olímpicas, também modificam suas concepções. Assim, é evidenciado que as atividades articuladas sobre área de figuras planas se apresentaram para que os participantes pudessem experienciar as fases da Teoria das Situações Didáticas, durante a constituição de cada uma das Situações Didáticas Olímpicas (SDO). Foram escolhidas cinco situações didáticas para compor o trabalho, na qual os participantes, organizados por dupla, fizeram cada SDO, pensando nas atitudes que os alunos de ensino médio terão, ao se depararem com os problemas olímpicos. Os aprendizes, a princípio, não saberão que a SDO é um problema olímpico, favorecendo assim, a oportunidade de uma opção inovadora de mudança no direcionamento da construção do conhecimento matemático de forma autônoma por parte desse aluno. Cada SDO contribuiu para o amadurecimento dos participantes do fazer pedagógico mediante as diversas construções que poderão ser aplicadas por estes, futuramente, em sala de aula ou por outros professores.

Palavras-chave: Área de figuras planas. Formação Inicial Docente. Situações didáticas olímpicas. Engenharia Didática.

ABSTRACT

It seeks to know the conceptions of the licenciandos of the Degree Course of the Federal University of Ceará that are part of the Institutional Program of Initiation to Teaching Grant (PIBID) in the area of Mathematics of the Federal University of Ceará related to the area of flat figures. The activities involve the construction of the Olympic Teaching Situations in a motivating environment through paper, pencil or pen and use of the chalkboard, in which future teachers (participants) are requested to make the elaborations, making use of issues of the Brazilian Olympiad Mathematics of Public Schools about area. The methodology of applied research is called Secondary Teaching Engineering and based on the Theory of Didactic Situations, because it is an experimental scheme based on didactic achievements inside the classroom, with the teacher having the role of choosing situations-intentional problem to mobilize knowledge. In a preliminary study, participants' conceptions regarding the study of Geometry, in particular, the content area of flat figures, as well as the contemplation of this subject in three books of Basic Education was investigated. The preliminary analyzes showed that some conceptions regarding the approach of the subject in textbooks were mistaken, since they thought that the chapters referring to the teaching of Geometry always came at the end of the textbook. They also believed that the content area of flat figures was seen in all terminal series of Elementary School. In the experimentation, it is observed that, as the participants make the formulations of the Olympic Didactic Situations, they also modify their conceptions. Thus, it is evidenced that the articulated activities on the area of flat figures were presented so that the participants could experience the stages of the Theory of Didactic Situations during the constitution of each of the Olympic Educational Situations (SDO). Five didactic situations were chosen to compose the work, in which the participants, organized by pair, made each SDO, thinking about the attitudes that the high school students will have, when faced with the Olympic problems. The learners, at first, will not know that SDO is an Olympic problem, thus favoring the opportunity of an innovative option of change in directing the construction of mathematical knowledge autonomously by that student. Each SDO has contributed to the maturation of the participants of the pedagogical making through the various constructions that may be applied by them, in the future, in the classroom or by other teachers.

Keywords: Area of flat figures. Initial Teacher Training. Olympic didactic situations. Didactic Engineering.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
ED	Engenharia Didática
EDD	Engenharia Didática em Desenvolvimento
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IMPA	Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada
MEC	Ministério da Educação
OBM	Olimpíada Brasileira de Matemática
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SD	Situação Didática
SDO	Situação Didática Olímpica
SESu	Secretaria de Educação Superior
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará
TSD	Teoria das Situações Didáticas
UECE	Universidade Estadual do Ceará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

Objetiva-se com esse trabalho a construção das Situações Didáticas Olímpicas (SDO) utilizando o conceito de área de figuras planas em um programa aprovado e regulamentado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), denominado de Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A escolha pelo conteúdo área de figuras planas surgiu por inquietações oriundas de minha experiência como estudante da Educação Básica, graduação e pós- graduação *lato sensu* atrelada em paralelo à prática docente durante os anos de experiência em duas escolas municipais e uma militar de âmbito federal.

Minha convivência com a Geometria iniciou-se quando cursava o primeiro grau pelo sistema de televisão (telensino). As aulas eram ministradas por um professor da área para todo Estado do Ceará. Na sala de aula havia o orientador de aprendizagem formado em qualquer área - Português, História, Geografia, Matemática e Pedagogia. Cada um deles tentava tirar as dúvidas em todas as disciplinas, porém, a Matemática, na maioria das vezes, era relegada aos poucos que a compreendiam e os educandos seguiam com suas dúvidas, exceto a turma que tivesse o orientador formado em Matemática. Era raro. Na escola onde estudava não havia. Portanto, nas turmas que cursei não tive a oportunidade de ter como orientador um professor de Matemática. Como a aula era gravada, não podia tirar dúvidas. E as notas, principalmente em Geometria, eram as piores.

Ficava fascinada no momento das explicações e, sem perceber, encontrei-me dando aula aos colegas. No segundo grau, tinha todos os professores, mas aconteceram diversas greves, problema este que dificultou o estudo de Geometria, uma vez que os professores não conseguiam chegar ao final do livro. Então, passei a estudar sozinha e nos momentos de dúvida, solicitava ao professor coordenador do dia para explicar-me. Foi a maneira que encontrei de amenizar a situação.

Ao chegar à graduação, percebi a preocupação dos professores com Álgebra. E a Geometria ficou por conta de algumas disciplinas. Não havia uma preocupação com a formação didática do licenciando para atuar em sala de aula. O foco era o cognitivo, ou seja, o saber epistemológico. Em paralelo, estava exercendo a função de coordenadora pedagógica de um escola conveniada no município de Caucaia.

A instituição era denominada de escola isolada, isto é, era particular e tinha um convênio com a Prefeitura de Caucaia para atender duzentas crianças. Deparei-me com um problema: descobri que a professora polivalente da quarta série (quinto ano) não estava ministrando o conteúdo área de figuras planas: quadrado e retângulo. Ao investigá-la descobri que ela não dominava o assunto. Assumi as aulas e passei um tempo estudando com ela. Resolveu-se aquela situação. E as outras?

Nas demais escolas, nas quais ministrei aula de Matemática, deparei-me com alguns colegas pedindo para pular a parte de Geometria, principalmente a de área e volume. Por diversas razões, entre as quais se encontra não ter estudado o assunto quando aluno, achar desnecessário perda de tempo, entre outros. Em sala de aula, percebia que os alunos, mesmo aqueles oriundos de algumas escolas particulares, demonstravam acentuada dificuldade nesse conteúdo pelo fato de tê-lo visto de forma tímida ou rapidamente. Solicitei à coordenação para intercalar as aulas da semana, colocando Matemática I para Álgebra e Matemática II para Geometria. Essa atitude, porém, não foi totalmente aceita pelos demais professores de Matemática.

O aluno, entretanto, tem o direito a educação de qualidade. Como garantir essa qualidade, se os professores estão com lacunas e a escola, como instituição provedora do conhecimento, deve dar conta da presença dos alunos nas avaliações externas? Uma destas é o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE) (CEARÁ, 2017), implantado em 1992 pela Secretaria da Educação do Estado do Ceará (SEDUC), com o propósito de promover um ensino de qualidade e imparcial direcionado a todos os alunos da rede púbúlica do Estado.

Deparei-me com estudantes talentosos tirando notas baixas, e ficando reprovados. Passei por momentos de reflexão, comigo. E perguntavá-me: como posso fazer para ajudar ou até mesmo compreender esse aluno e posteriormente conduzí-lo para uma aprendizagem satisfatória, se conteúdo ensinado é conteúdo aprendido? Não entendia. Resolvi efetuar a Pós-Gradução em Psicopedagogia Clínica e Institucional. Estudando alguns teóricos e presenciando o depoimento de profissionais de outras áreas falarem de como viam os professores de Matemática, passei a compreender o fazer pedagógico de um professor. Modifiquei minha prática em sala de aula. Desde então, explico os conteúdos, mas, intencionalmente, promovo situações para averiguar a aprendizagem dos educandos.

Atualmente fico angustiada por enxergar que, na conjuntura, os fatos não mudaram muito. Os demais professores, no entanto, acordaram quando surgiu, em 2005, uma competição denominada de Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP). Então, os professores passaram a perceber que a maioria dos alunos errava as questões de área, inclusive aqueles de bom desempenho acadêmico na escola.

Ante a verificação das questões, durante os anos de aplicação em que participei do processo de aplicação das provas da OBMEP, juntamente com outros professores de Matemática, notei que os erros eram cometidos por várias razões, entre as quais destaco que: as provas exigem raciocínio, os cálculos não são diretos, há vários conteúdos envolvidos numa questão e os conteúdos não são trabalhados de modo conjunto pelo professor nas aulas, os alunos se sentem incapazes e somente em algumas escolas há um projeto direcionado à OBMEP. Portanto, parte desse erro tinha a contribuição dos docentes, uma vez que, mesmo inconscientemente, não traziam questões para a sala de aula que tivessem vários conteúdos envolvidos ou que precisassem de racicínio para resolvê-las.

O contexto evidenciado foi a mola propulsora para o desenvolvimento do trabalho com Situações Didáticas Olímpicas (SDO), uma vez que houve um grande avanço na Educação nos anos de 1990, com os Programas Curriculares Nacionais (PCNs) da Educação Básica e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), contudo a formação inicial docente não recebeu os ajustes necessários para modificar a realidade. Daí surgiu a ideia de realizar o trabalho com alunos do PIBID de Matemática da UFC, por serem professores em formação inicial, relacionando cotidianamente teoria e prática.

Assim, iniciou-se a procura por trabalhos que abordassem o objeto de estudo no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) para adquirir teses, dissertações e artigos em periódicos indexados com os conceitos *Qualis* A1, A2, B1 e B2, associado à base de dados SCIELO, que estivessem relacionados à temática em que a pesquisa está sendo realizada.

Nesse contato incial, um reduzido número de trabalhos foi encontrado, porém somente a dissertação de Oliveira (2016) aborda o objeto específico de estudo em questão. Evidencia-se que Oliveira é uma pesquisadora da região Nordeste, do Estado do Ceará. Isso, conduziu-me a realizar investigações em outros sítios de estrutura acadêmica, nos quais foram encontrados três trabalhos relacionados à OBMEP: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2011), Soares e Leo (2014) e Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (2016), relacionados à temática investigada, visto que as SDOs são construídas partindo de problemas olímpicos oriundos da OBMEP.

A dissertação de Oliveira (2016), com seis capítulos, está diretamente relacionada com as SDOs num contexto de ensino. O caminho percorrido pela autora inicia com a busca por material que aborde as Olimpíadas de um modo geral. O segundo passo consistiu em historiar olimpíadas, seguindo-se a análise do material encontrado.

Oliveira identificou em sua pesquisa os problemas olímpicos adequados na utilização do *Software* Geogebra, no qual realizou alguns comandos na conclusão das atividades propostas. Enxergou a necessidade da abordagem de tópicos olímpicos aplicados em sala de aula e convidou o professor a indicar meios que facilitem o percurso do aprendiz no condizente à resolução de problemas olímpicos.

A publicação desenvolvida pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2011) constituída com embasamento em uma consulta eletrônica pública, com gestores, professores, alunos, pais de alunos que estudam nas escolas públicas brasileiras e a sociedade em geral quanto à avaliação de resultados e impactos da OBMEP, que, apresentou como meta verificar o efeito da OBMEP no desempenho dos alunos das escolas públicas brasileiras em Matemática.

Apoiou-se, contudo, na tradição de análise das pesquisas quantitativas de natureza sociológica e educacional. Isso significa que os dados acessíveis nos questionários contextuais respondidos pelos alunos são manuseados, a princípio, para medir os resultados teóricos que serão usados, posteriormente, para explicar o desempenho dos alunos ou da escola.

Essa avaliação tomou como base os próprios objetivos da OBMEP e sugeriu algumas recomendações. Entre estas são enfatizadas: aumento das premiações diante do crescimento da participação; a necessidade de melhorias procedimentais de coordenação da Olimpíada; integrar a OBMEP no projeto político-pedagógico da escola; ampliação do acesso à *internet* e a formação em informática básica por parte dos alunos e professores, favorecendo uma possível inclusão social.

Soares e Leo (2014) disseminam um relato dos objetivos da OBMEP e seu impacto nas avaliações externas. Afirmaram que todos os alunos do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental e os alunos de todas as séries do Ensino Médio são estimulados a participar. Este impacto é tão maior quanto maior for o tempo de envolvimento da escola com a Olimpíada, ou seja, quanto mais a escola esteja envolvida com a Olimpíada, maior será a nota de seus alunos.

O objetivo da referida publicação, no entanto, é avaliar um impacto específico: a influência OBMEP nos resultados de desempenho obtidos em testes padronizados do conjunto dos estudantes das escolas participantes. Com essa finalidade, foi analisado especificamente o impacto do envolvimento das escolas com a OBMEP sobre os resultados obtidos em Matemática por alunos do nono ano na Prova Brasil dos anos de 2007, 2009 e 2011, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), dos anos de 2010, 2011 e 2012 e do Programme for International Student Assessment (PISA), em 2009.

Soares e Leo (2014), relatam, contudo, que esse tipo de pesquisa mostra um quadro que não ajuda a formulação de políticas públicas, uma vez que identifica em seus resultados uma política que pode ser realizada no interior das escolas brasileiras e, portanto, revela um caminho que precisa ser trilhado para a melhoria do aprendizado dos educandos em geral.

A publicação escrita pelo IMPA (2016) relata que a OBMEP, com 18 milhões de participantes é a maior olimpíada de Matemática do mundo e exige anualmente uma gigantesca operação logística. Mencionada produção comenta um acontecimento referente a duas iniciativas recentes que apontam os novos rumos da OBMEP: aproximação com a Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) e o Biênio da Matemática 2017-2018.

Relata, ainda, que o acontecimento de dois eventos mundiais que foram realizados no Brasil e irão elencar a OBMEP são eles a Olimpíada Internacional de Matemática e o Congresso Internacional de Matemáticos, previsto para acontecer no período de 01 a 09/08/2018.

Assim, dentre os trabalhos apresentados se percebe que não há nenhuma fala abordando as concepções dos professores em formação inicial ou continuada quanto à construção da SDO. O contexto favorece uma investigação para responder a inquietação da pesquisa: quais as concepções dos licenciandos que fazem parte do PIBID de Matemática da UFC relativamente à elaboração das Situações Didáticas Olímpicas? Nessa inquietude, fica entendido que a palavra concepção está abordada no sentido de expressar o modo como o sujeito percebe, avalia e age com relação a uma determinada situação.

Dessa pergunta decorrem os seguintes objetivos de pesquisa: – Geral – Conhecer as concepções dos licenciandos de um grupo do PIBID da Matemática da UFC concernente à resolução das situações didáticas olímpicas sobre o conteúdo área de figuras planas. Específicos – Identificar a estruturação da OBMEP quanto a sua definição, criação, objetivos e impacto na escola pública brasileira; Conhecer problemas olímpicos que abordem área de figura plana no portal da OBMEP; e Propor aos participantes Situações Didáticas Olímpicas como sendo um objeto a ser explorado numa visão docente.

Sobretudo, para efetivar esse objetivo, procurou-se suporte teórico na didática da Matemática, elegendo a Engenharia Didática de segunda geração (EDD), sendo esta uma metodologia de pesquisa de origem francesa que tem por base um trabalho experimental com foco no professor de Matemática. E, para construção das SDOs, a metodologia de Ensino denominada Teoria das Situações Didáticas (TSD), com o intuito de na condução do trabalho experimental este ser conduzido por uma sequência de ensino. Dentre as várias pesquisas que abordam a metodologia, pode-se encontrar: Artigue (1988), Brousseau (2008), Almouloud

(2007), Almouloud e Coutinho (2008), Pommer (2008), Almouloud e Silva (2012) e Ramiro (2014).

Esses pesquisadores no condizente a EDD com suas 4 fases: análise preliminar, análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação trabalham em situações de ensino na sala de aula, a qual direciona o pesquisador a efetuar a verificação dos dados no momento da experimentação por meio de observações, registros e conversas.

No referente a TSD por ser uma metodologia de ensino conduz o professor a ser um mediador nas fases: ação, formulação e validação. No entanto, há uma atuação direta do docente na devolução (fase inicial que antecende ação), na qual é construído o contrato didático e na institucionalização (fase final posterior a validação). Assim, se faz necessário conhecer cada uma das fases da TSD, visto que essa metodologia dá conta da execução das construções em sala de aula.

A devolução é uma fase inicial dessa teoria, isto é, antecede as demais fases. Nela o docente realiza o contrato didático, observa o contexto, escolhe a situação intencional e a oferece ao grupo. Na visão de Brousseau (2008), algumas vezes esse contrato sofre rupturas ocasionando os efeitos: topázio, jourdain, uso abusivo de analogias entre outros.

A ação é a primeira fase da TSD, momento em que o aluno faz uma leitura da questão e começa a dialogar consigo mesmo. O enunciado da situação-problema tem sentido para os aprendizes. Estes, por sua vez, podem mobilizar o conhecimento para tentar resolver a questão. Não acontece, entretanto, a estruturação, ainda, do modelo matemático. A segunda fase, denominada de formulação, é o momento em que a comunicação é necessária para que haja elaboração do pensamento mediante a troca de informações. Acontece a estruturação do modelo matemático.

A validação é a terceira fase. Nessa etapa, o modelo matemático estruturado é evidenciado pelos demais aprendizes. A estruturação dos cálculos poderá ser validada ou não por outros alunos. A institucionalização é a fase em que o professor atua, conferindo as produções dos alunos e informando a turma dentre as estratégias apresentadas o motivo de algumas falhas e outras realmente resolvem a questão.

Além das metodologias evidenciadas é imprensindivel entender o que venha a ser uma pesquisa. Para tanto, Almouloud e Coutinho (2008) explicitam, por meio de um artigo, a definição de pesquisa seguida de uma reflexão sobre as pesquisas fundamentadas nos princípios da ED, as quais foram apresentadas no grupo de trabalho – 19 da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – ANPED, no período compreendido dos anos de 1999 a 2005.

Na visão de Almouloud e Coutinho (2008), a pesquisa é definida como um conjunto de operações sucessivas e distintas realizadas por pesquisadores, com vistas a coletar de modo ordenado sobre um determinado fenômeno para explicá-lo ou compreendê-lo. O objetivo da pesquisa é confirmar ou negar as contribuições teóricas originadas de uma argumentação que se apoia na experimentação.

O artigo de Pommer (2008) fundamenta uma proposta da área de conhecimento denominada Didática da Matemática, isto é, o artigo em questão aborda o estudo das atividades didáticas, que tem por objetivo o ensino dos saberes matemáticos, propiciando explicações, conceitos e teorias. Concede, ainda, previsão e análise dos resultados relacionados ao comportamento cognitivo dos alunos. O próprio autor acredita que o objetivo da Didática da Matemática, surgida no final dos anos de 1960, dentro do movimento da escola moderna, era a arte de conceber e conduzir condições que podem determinar a aprendizagem de um conhecimento matemático por parte do sujeito.

Revelaram-se nesta área, segundo Pommer, os trabalhos desenvolvidos por Yves Chevallard (Teoria do Antropológico da Matemática), Règine Douady (DialéticaFerramenta-Objeto), Raymond Duval (Teoria dos Registros de RepresentaçãoSemiótica) e Gerard Vergnaud (Reoria dos Campos Conceituais). Guy Brousseau, no entanto, professor de Matemática aposentado, um dos pesquisadores deste grupo, contribuiu em 1986 com sua tese de doutorado “La théorisation des phénoménes d’enseignement des mathématiques” para o desenvolvimento da Teoria das Situações Didáticas.

Pommer utiliza a visão de Galvéz (1996) para esclarecer que a integração da TSD, sob as dimensões epistemológicas, cognitivas e sociais, permite compreender as relações sociais que ocorrem no interior da sala de aula entre alunos e professores durante a aquisição do conhecimento. No decorrer dessa aquisição, muitas das vezes, as situações são exitosas, mas em outras não. Assim, devem ser observadas e estudadas as situações de sucesso e fracasso, visto que o erro constitui fonte de dado para a elaboração de situações-problema adeaquadas.

Almouloud e Silva (2012), alicerçados pela pesquisadora Perrin-Glorian, esclarecem que a ED de primeira geração estudava as situações sob o ponto de vista, não didático, sem estudar o papel do professor. Enquanto isso, na ED de segunda geração, o objetivo é determinar os princípios que comandam a engenharia que se quer transformar em recurso para o ensino regular e estudar as condições de sua divulgação.

Nesse contexto, a ED de segunda geração exprime em seus aspectos gerais três funções independentes: a investigação, o desenvolvimento e a formação de professores por meio de análise. Retrata, ainda, a engenharia do PER (Percurso de Estudo e Pesquisa), recorrendo a Chevallard (2009), como um ponto de partida que oferece ao investigador as possibilidades singulares “de uma metodologia” da investigação em Didática. Em seguida, faz uma articulação entre essas engenharias.

Almouloud e Coutinho (2008) explicitaram no artigo a definição de pesquisa seguida de uma reflexão sobre as pesquisas fundamentadas nos princípios da ED, as quais foram apresentadas no grupo de trabalho – 19 da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED), de 1999 a 2005.

A publicação de Ramiro (2014) é uma dissertação do mestrado profissional no ensino da Matemática que retrata a maneira pela qual a Gemeotria nas turmas de 8º e 9º ano do Ensino Fundamental é ensinada. Para isso, o pesquisador verificou no Curriculo do Estado de São Paulo a abordagem ora direcionada às séries em questão. A partir daí, abordou explicitamente os conteúdos semelhança e congruência de triângulos.

Fez entrevistas com quatro professores da área e constatou que tanto o aluno como o professor e o professor coordenador são pautados por uma aprendizagem mecânica, baseada em fórmulas prontas e algoritmos para serem aplicados e não em argumentações, justificativas e demonstrações, apesar dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) para o Ensino Fundamental destacarem que o conhecimento matemático permite ao aluno elaborar conjecturas e generalizações, bem como desenvolver a capacidade de justificar resultados por meio de demonstrações formais.

Ramiro desenvolveu a investigação tendo como embasamento teórico pesquisadores de grande relevância na área, entre os quais se pode citar: Almouloud (2007), Boyer (1996), Brousseau (2008), D’Amore (2007) e Gálvez (1996). Ante a situação exposta, foi aplicada pelo pesquisador a TSD com a intenção de propor outra visão sobre as demonstrações em Geometria, principalmente com Congruência e semelhança de triângulos, uma vez que a TSD possibilita o conhecimento por intermédio da compreensão e das interações sociais dos alunos e professores com os conhecimentos matemáticos que ocorrem dentro da sala de aula.

Ademais, esta pesquisa estruturou o trabalho, com base em elementos discutidos na literatura, conforme os descritos a seguir. A introdução descreve minha trajetória profissional no ensino da Matemática para propiciar aos educandos um aprendizado eficaz. Também faz uma abordagem dos pesquisadores que se relacionam com o objeto de estudo e a metodologia utilizada.

O segundo capítulo apresenta a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) no plano nacional, desde sua definição com seus respectivos objetivos e impactos causados por intermédio de sua criação e expansão, enfatizando sua aplicação e realização anual em duas etapas e em três níveis.

Dentre os conteúdos abordados nos problemas olímpicos da OBMEP, está o conteúdo área de figuras planas. Julga-se ser importante conhecer durante os 13 anos de aplicação da OBMEP a abordagem de tal assunto nos níveis II e III, que podem contribuir para estabelecer as Situações Didáticas Olímpicas, o objeto deste estudo.

O capítulo 3 relata que o PIBID é um programa criado e regulamentado pela CAPES em 2009 e evidenciando que este se diferencia dos demais por prezar pelo aprimoramento da qualidade da formação inicial dos licenciandos. Dando, assim, oportunidade ao futuro profissional de internalizar os saberes do conhecimento e pedagógico no estabelecimento de sua identidade docente, de forma paralela, uma vez que a teoria está relacionada à prática educativa.

O programa viabiliza ao sujeito, como agente ativo da aprendizagem, a confrontação dos saberes inicialmente tidos como verdadeiros com a prática no momento em que fatos desconhecidos ocorrerem ou situações não discutidas na Universidade sejam evidenciados na escola, levando-o a refletir. Logo, o processo formativo é complementado diariamente. O capitulo 3 enfatiza, ainda, o desenvolvimento de vários projetos realizados em instituições educacionais do EM pelos universitários que fazem parte do PIBID do Curso de Licenciatura em Matemática da UFC.

O capítulo 4 cobre os aspectos teórico-metodológicos que guiaram a pesquisa, definindo a metodologia empregada, a EDD com suas respectivas fases, uma vez que a EDD, pode ser aplicada em pesquisas que estudam os processos de ensino e aprendizagem de um objeto matemático é considerada completa. Esta dá conta de toda estruturação da pesquisa, desde a revisão da literatura até a validação, visto que acompanha os dispositivos mediante um conjunto de estudos e análises que dão as características do produto de acordo com os conhecimentos científicos teóricos e experimentais do momento no interior da sala de aula, tendo como foco o professor.

Explicita-se ainda, uma metodologia de ensino (TSD), a qual é caracterizada durante o processo de aprendizagem por uma série de situações reprodutíveis, em suas quatro fases interligadas: ação, formulação, validação e institucionalização na concepção do objeto de estudo a SDO; ou seja, constitui uma situação-problema olímpica escolhida pelo professor de Matemática baseada numa determinada realidade e resolvida por via de uma sequência didática.

Evidencia explicitamente toda a construção de definição da SDO, enfatizando o fato de ser o pesquisador Alves seu construtor e, portanto percursor. Na contemporaneidade de forma didática pedagógica a SDO é uma construção salutar, na qual todo docente deve conhecer e aprofundar-se.

O capítulo 5, com suporte nos elementos definidos anteriormente, evidencia as fases desenvolvidas durante a investigação, os participantes que fizeram parte do processo e os instrumentos de coleta de dados, por serem estes recursos indispensáveis para a validade do desenvolvimento da pesquisa. É possível encontrar as concepções dos licenciandos do PIBID de Matemática (participantes) acerca da escolha e resolução de situações-problema envolvendo área de figuras planas na elaboração das Situações Didáticas Olímpicas. Além disso, é visualizada a formulação de cinco SDOs como um material didático que poderá ser utilizado futuramente por professores de Matemática em sala de aula.

Por fim, apresenta-se uma confrontação parcial dos dados, entre análises preliminares, análise a *priori* e análise a *posteriori*, evidenciando uma oportunidade inovadora de mudança nas concepções internalizadas dos participantes e do fazer pedagógico na constituição da identidade docente. Reveladas por período de observações, gravações, fotos e construções escritas dos participantes.

No próximo capítulo será encontrado um breve relato da trajetória da OBMEP durante seus treze anos de existência juntamente com seus pontos positivos e negativos direcionados a sociedade em geral, principlamente aos professores e alunos da escola pública brasileira, como também a quantidade de questões que aborda o conteúdo área de figuras planas através de algumas tabelas.

2 ESTRUTURAÇÃO DA OLIMPÍADA BRASILEIRA DE MATEMÁTICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS – OBMEP

Realiza-se, neste capítulo, uma busca quanto à definição e à importância da OBMEP para as escolas públicas brasileiras, envolvendo professores, alunos, gestores, pais e a sociedade em geral. No primeiro momento aborda-se a definição com os respectivos objetivos e a aplicação desta olimpíada no contextura nacional. Em seguida, é efetivada uma descrição da influência da OBMEP para o ensino brasileiro de Matemática, incluso o impacto, causado com seus pontos positivos e negativos.

Salienta-se que não foi observada em nenhuma publicação cientifica a aboedagem da OBMEP da forma como está sendo proposta nesse trabalho. Para isso foi necessário procurar suporte nos conceitos oriundos da publicação “OBMEP 2010”, elaborada pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), é oferecido a definição e os impactos causados pela OBMEP à comunidade escolar das escolas públicas brasileiras.

Assim, é salientada uma avaliação que foi organizada e aplicada pelo CGEE, realizada por intermédio de consulta pública eletrônica gratuita, que permite a customização de questionários para cada política ou programa a ser avaliado, com vistas a analisar o influxo causado pela OBMEP desde sua criação e expansão no ensino da Matemática.

Com efeito, não será feita aqui uma descrição de como, onde e quando surgiram as olimpíadas; mas sim um entendimento do funcionamento da OBMEP. Esse caminho se faz necessário, uma vez que o objeto deste endoso utiliza questões da OBMEP referentes a área de figuras planas, segundo Wagner (2017), um tema de grande importância na Geometria, para efetuar as construções numa sequência didática.

2.1 Definindo a Olimpíada Brasileira de Matemática das escolas públicas com seus objetivos

A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) é um “[...] projeto nacional dirigido às escolas publicas brasileiras municipais, estaduais e federais.” (INSTITUTO NACIONAL DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA, 2016, p. 20). É realizada pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Ou seja, a OBMEP é:

> [...] uma política pública mundialmente reconhecida, uma das maiores iniciativas governamentais voltadas ao processo de ensino-aprendizagem em matemática, visando melhorar a motivação, o interesse e o desempenho dos alunos nas escolas

públicas brasileiras. (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2011, p. 13).

A OBMEP teve início no ano de 2005 e veio para ficar. São 13 anos de realizações anuais, conforme tabelas 1, 2, 3 e 4, elencadas a seguir, que especificam o quantitativo de questões referentes à área de figuras planas, por ano, fase e níveis II e III.

Tabela 1 – Levantamento anual de questões de área de figuras planas – Primeira fase – Nível II

ANO	QUANTIDADE DE QUESTÕES	NÚMERO DA QUESTÃO
2005	01	19
2006	02	01 e 04
2007	04	03, 13, 14 e 15
2008	02	04 e 15
2009	04	02, 10, 12, e 18
2010	03	04, 08 e 13
2011	02	04 e 10
2012	02	06 e 15
2013	02	04 e 07
2014	01	09
2015	01	07
2016	03	01, 10 e 14
2017	03	12, 13 e 14

Fonte:Elaboração própria (2018).

A tabela 1 apresenta um levantamento da quantidade de questões aplicadas durante os 13 anos de existência da OBMEP em sua primeira fase no nível II, o qual esboça a quantidade de 30 questões perfazendo uma média de duas questões por cada ano de aplicação. Pode-se verificar pelo levantamento realizado que os organizadores da prova dão atenção ao assunto área de figura plana.

Tabela 2 – Levantamento anual de questões de área de figuras plana s– Primeira fase – Nível III

ANO	QUANTIDADE DE QUESTÕES	NÚMERO DA QUESTÃO
2005	01	12
2006	02	01 e 08
2007	03	04, 13 e 18
2008	01	14
2009	05	08, 09, 11, 12 e 19
2010	02	10 e 20
2011	02	06 e 16
2012	03	12, 14 e 17
2013	02	05 e 16
2014	03	05, 07 e 16
2015	02	04 e 13
2016	06	03, 08, 10, 11, 12 e 14
2017	03	01, 08 e 13

Fonte: Elaboração própria (2018).

Durante a averiguação vislumbrada na tabela 2 foi observado que os profissionais que elaboraram as questões do nível III durante o tempo examinado tiveram o cuidado de abordar a temática área de figura plana em 35 questões, ou seja, uma média de 3 questões por ano. A tabela mostra a relevância do conteúdo em questão para os organizadores da prova, o qual estende-se para professores e alunos da Educação Básica Brasileira, especificamente aos alunos do nível II (8º e 9º) e nível III (Ensino Médio), os quais foram os níveis averiguados nas tabelas construídas.

Tabela 3 – Levantamento anual de questões de área de figura plana – Segunda fase – Nível II

ANO	QUANTIDADE DE QUESTÕES	NÚMERO DA QUESTÃO
2005	01	04
2006	01	01
2007	01	02
2008	02	01 e 05
2009	00	00
2010	01	03
2011	02	01 e 06
2012	01	02
2013	01	03
2014	01	03
2015	02	01 e 05
2016	01	06
2017	01	02

Fonte: Elaboração própria (2018).

No que se refere a quantidade de questões aplicadas, de acordo com a tabela 3, existem 16 questões, isto é, em média uma questão por ano de aplicação das provas da segunda etapa da OBMEP desde a sua criação até o ano de 2017. Demonstrando assim, que há uma preocupação dos elaboradores em saber se os alunos da escola pública dominam o conteúdo, visto que a segunda fase da OBMEP é uma prova com questões abertas.

Tabela 4 – Levantamento anual de questões de área de figura plana – Segunda fase – Nível III

ANO	QUANTIDADE DE QUESTÕES	NÚMERO DA QUESTÃO
2005	03	01, 04 e 06
2006	01	03
2007	01	02
2008	02	02 e 03
2009	02	05 e 06
2010	00	00
2011	02	04 e 06
2012	01	04
2013	01	04
2014	01	02
2015	00	00
2016	01	04
2017	01	03

Fonte: Elaboração própria (2018).

A tabela 4 notabiliza que, da quantidade total de questões aplicadas durante esses 13 anos, 18 abordaram o assunto área de figura plana, demonstrando que esse assunto é visto pelos mestres com seriedade e importância de aplicabilidade.

Ante a análise destas tabelas, observa-se a relevância do conteúdo área de figuras planas abordado na pesquisa, visto que, durante 13 anos, somente em 2009, na segunda fase do nível II, 2010 e 2015, ambos na segunda fase do nível III, não foi abordado o assunto. Salienta-se que, na primeira fase, sempre foi retratado o tema durante todos os anos de existência da OBMEP. Inclusive, no último ano, em 2017, foram 08 questões nas duas fases.

Este tema em geral é aportado no 9º ano do Ensino Fundamental (EF), de maneira breve e no plano adequado à faixa etária desses educandos. Ordinariamente, área de figuras planas não é abordado no Ensno Médio (EM). A respeito disso, na visão de Wagner (2017, Introdução), “[...] grande parte dos alunos não tem oportunidade de conhecer a enorme riqueza das aplicações, muitas por vezes, surpreendentes.” Por outro lado, ainda consoante esse pesquisador, área é um assunto trabalhado desde muito cedo. Talvez esse fato seja um fator contribuinte para a relevância das questões na OBMEP.

A OBMEP é um projeto nacional conhecido em todo Continente, de modo que deve esta ser organizada (Tabela 5), estruturada e ter objetivos bem definidos e diversificados, de alta significância para os envolvidos, a escola e a sociedade em geral. Dentre estes, segundo Machado (2015) estão relatados a seguir.

– Estimular e promover o aprendizado da Matemática nas escolas públicas.

- Colaborar no aperfeiçoamento dos professores de Matemática das escolas públicas, contribuindo assim para a sua valorização profissional.
- Contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem da Matemática nas escolas da rede pública.
- Contribuir para a inclusão social por meio da difusão de conhecimentos.

Os objetivos são amplos e significativos, uma vez que se preocupam com o aprendizado da Matemática e a melhoria do ensino na amplitude dos conhecimentos. Sem dúvida, a melhoria no ensino está diretamente relacionada à formação docente, ou seja, ao fazer pedagógico. Daí a relevância de pesquisa no âmbito do ensino de Matemática com foco no professor.

2.2 Aplicação e influência da Olimpíada Brasileira de Matemática das escolas públicas

De acordo com Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (2018b) e Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2011), as provas olímpicas são aplicadas em duas fases: a primeira é uma prova objetiva de 20 questões, aplicada em cada escola inscrita. A correção é feita pelos professores das escolas, com as orientações oriundas da OBMEP, as quais vêm em caixas pelos correios junto com as provas; a segunda fase é uma prova discursiva com seis questões, aplicada em centros educacacionais escolhidos pela OBMEP. Geralmente, essa prova é realizada aos sábados no turno da tarde. Participam dessa fase, exclusivamente, alunos classificados na primeira fase pelas escolas.

Após a tabulação dos dados e divulgação dos premiados, conforme Tabela 5, acontece a última etapa, a qual CGEE (2011) chama de terceira fase, referêndo-se à Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM). Nessa fase, são distribuídas as premiações aos educandos, docentes e escolas. A cada ano aumenta em quantidade o número de inscritos.

Em 2017, no entanto, a OBMEP e a OBM foram integradas, com o objetivo de racionalizar o uso dos recursos humanos e financeiros. Então, no condizente às etapas na primeira e segunda fases OBMEP e OBM é exclusivamente OBMEP, ou seja foram unificadas na duas fases iniciais. A OBM, de fato, acontece em etapa única. Em 2017, teve como convidados da fase única os 300 melhores participantes da OBMEP de cada nível, os medalhistas 2016 e os mais bem classificados nas olimpíadas regionais.

Tabela 5 — Calendário OBMEP

	Abertura das inscrições	Encerramento das inscrições	Provas da 1ª Fase	Data-limite para envio dos cartões-resposta	Divulgação dos Classificados (2ª Fase)	Cadastro de Professores	Provas da 2ª Fase	Divulgação dos premiados
2005	03 de março	31 de maio	16 de agosto	24 de agosto	20 de setembro	-	08 de outubro	09 de novembro
2006	12 de abril	02 de junho	29 de agosto	12 de setembro	25 de outubro	-	18 de novembro	março de 2007
2007	02 de abril	18 de maio	14 de agosto	27 de agosto	05 de outubro	-	20 de outubro	10 de dezembro
2008	01 de abril	16 de maio	26 de agosto	08 de setembro	15 de outubro	-	08 de novembro	fevereiro de 2009
2009	23 de março	15 de maio	25 de agosto	31 de agosto	05 de outubro	-	24 de outubro	14 de dezembro
2010	09 de fevereiro	26 de março	08 de junho	22 de junho	10 de agosto	-	11 de setembro	26 de novembro
2011	18 de abril	03 de junho	17 de agosto	26 de agosto	03 de outubro	03 a 21 de outubro	05 de novembro	fevereiro de 2012
2012	13 de fevereiro	30 de março	05 de junho	26 de junho	15 de agosto	15 de agosto a 14 de setembro	15 de setembro	30 de novembro
2013	18 de fevereiro	05 de abril	04 de junho	18 de junho	14 de agosto	14 de agosto a 13 de setembro	14 de setembro	29 de novembro
2014	10 de fevereiro	21 de março	27 de maio	10 de junho	13 de agosto	14 de agosto a 12 de setembro	13 de setembro	01 de dezembro
2015	23 de fevereiro	31 de março	02 de junho	12 de junho	12 de agosto	12 de agosto a 11 de setembro	12 de setembro	27 de novembro
2016	22 de fevereiro	1 de abril	07 de junho	20 de junho	10 de agosto	10 de agosto a 10 de setembro	10 de setembro	30 de novembro
2017	20 de fevereiro	31 de março	06 de junho	19 de junho	11 de agosto	14 de agosto a 22 de setembro	16 de setembro	22 de novembro

Fonte: Adaptado Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (2018a).

Nessa circunstância de premiações, há três tipos de premiação ofertada: medalhas de bronze, de prata e de ouro, nesta ordem gradual de reconhecimento. Segundo CGEE (2011, p. 20), “[...] cerca de 90% dos alunos que participaram alguma vez das Olimpíadas nunca foram premiados.” Provavelmente, pelo fato de que não há no interior de cada Escola pública uma linguagem única quanto aos procedimentos de estudo focados na OBMEP.

Diante do fato de que a OBMEP é uma das maiores iniciativas governamentais do País com investimentos econômicos, tornou-se uma condição *sine qua non* avaliar seu influxo na comunidade externa, ou seja, a sociedade em geral e na comunidade interna, isto é, a comunidade escolar - alunos, professores, gestores e pais de alunos, destacando os pontos positivos e negativos com sugestões de aprimoramento. Como, no entanto, planejar e aplicar essa avaliação com amplitude tão significativa? Então, o CGEE desenvolveu

> [...] uma ferramenta para a coleta de dados quantitativos e qualitativos que viabiliza consultas públicas eletrônicas gratuitas e que permite a customização de questionários para cada política ou programa a ser avaliado. No caso da avaliação de impacto da OBMEP, realizou-se uma Consulta Pública Eletrônica Estruturada (CPEE), aberta ao público, de preenchimento voluntário, disponível entre julho e agosto de 2009 em determinados endereços eletrônicos de amplo acesso (MCT, MEC, CGEE e no Portal do professor). No total, 9.950 foram os respondentes entre alunos, professores, pais de alunos, gestores educacionais e o público em geral. Esses atores ofereceram respostas e opiniões acerca da Olimpíada, relacionadas às três dimensões específicas: a motivação, o interesse e o desempenho dos alunos. (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2011, p. 13).

Nessa perspectiva, de acordo com o CGEE (20011), houve a análise qualiquantitativa, de todas as respostas abertas emergidas com as opiniões e depoimentos dos respondentes; foi definida a quarta dimensão denominada socioeducacional. Esta integrou vários temas, ampliando, assim, o alcance da avaliação, tornando-a centrada no impacto sócio educacional. Posteriormente, foi realizada a consolidação dos resultados encontrados e a comparação entre os significados dos resultados, os objetivos e as três dimensões citadas anteriormente, tendo sido observadas o aumento do interesse, a motivação e o desempenho dos alunos.

A avaliação enfocou a percepção quanto a questões do tipo: como os alunos percebem seu interesse na Matemática-aumentou, diminuiu, não mudou? Como os demais atores percebem o interesse desses alunos na Matemática? Com a finalidade de resumir a proposta do foco avaliação de impacto, foi estruturado o quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Foco da avaliação de impacto

Objetivos (OBMEP, 2010)	Dimensões (CPEE, 2009)	Questões e respostas (Resultado)
• Estímulo e promoção do estudo da matemática entre alunos das escolas públicas.	Interesse do aluno	**Alunos:** • Principal motivo de participar da OBMEP (participou da OBMEP) (N=3365) • Opinião sobre a OBMEP (N=3359) • Gostaria de participar da OBMEP (não participou) (N=742) **Professores:** • Impacto da OBMEP (N=4900) **Gestores:** • Impacto da OBMEP (N=256) **Pais:** • Se seu filho participou da OBMPE, você acha que o interesse dele aumentou (N=147) • Se seu filho não participou da UBMEP, qual foi a razão (N=32)
• Identificação de jovens talentos na matemática. • Incentivo aos jovens talentos para ingressar nas áreas científicas e tecnológicas (formação de nível superior).	Motivação dos alunos e dos professores	**Alunos:** • Passou para a segunda fase da OBMEP (participou da OBMEP) (N=3082) • Se passou, já fez a prova da segunda fase (Participou da OBMEP) (N=2750) • Quantas vezes já foi premiado na OBMEP (Participou da OBMEP) (N=2904) • Maior prêmio alcançado (Participou da OBMEP) (N=597) **Professores:** • Impacto da OBMEP (N=256) • Após a participação na OBMEP, você fez alguma mudança na prática de professor (N=4887) **Gestores:** • Impacto da OBMEP (N=256)
• Contribuições para melhoria da qualidade do ensino da matemática na educação básica. • Incentivo ao aperfeiçoamento dos professores de Matemática das escolas públicas. Visando à valorização profissional.	Aprendizagem do aluno (desempenho)	**Alunos:** • Com a OBMEP, você melhorou em outras matérias? (N=3381) • O que achou das questões da prova? (N=3389) **Professores:** • Desempenho dos alunos (N=4886) • Mudança na prática dos professores (N=252) • Existem cursos de formação para professores de Matemática na sua região? (N=222)
• Contribuição para melhoria da qualidade de educação básica. • Integração de escolas públicas participantes da OBMEP e alunos e pesquisadores de universidades públicas, institutos de pesquisa e sociedades científicas em áreas tecnológicas. • Promoção da inclusão social por meio da difusão do conhecimento matemático.	Outra dimensão: socioeducacional	**Alunos:** • Se você passou pelo menos uma vez para a segunda fase e não compareceu, diga qual a razão? (N=860) • Quantas vezes já foi premiado na OBMEP (Participou da OBMEP) (N=2904) **Professores:** • Houve mobilização da sua escola para participar da OBMEP? (N=4954) Gestores: • Houve mobilização da sua escola para participar da OBMEP? (N=258) **Pais:** • Opinião sobre a OBMEP (N=216) **Público:** • Como tomou conhecimento da OBMEP? (N=181 • Você conhece alguém que tenha participado? (N=179 • Opinião sobre a OBMEP (N=177)

Fonte: adaptado de Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2011, p. 15).

O quadro 1 categoriza alguns objetivos da OBMEP com as perguntas direcionadas pelo objetivo e respondidas pelos 3 segmentos: alunos, professores e pais. Respostas estas que nos quadros subsequentes apontará os pontos positivos e negativos.

As respostas categorizadas, evidenciadas no Quadro 2, enfatizam dois pontos positivos convergentes da OBMEP: existem interesse e motivação dos alunos e professores pela Matemática e o estímulo ao desenvolvimento e melhoria do desempenho do aluno em Matemática. Isto é, nestes aspectos, todos os respondentes são unânimes quanto à concordância da existência de interesse, motivação e estímulo à melhoria do aprendizado dos alunos em relação à Matemática.

Quadro 2 – Percepções positivas dos respondentes sobre a OBMEP

Aspectos positivos	Atores				
	Alunos	Professores	Gestores	Pais	Público
Interesse ou motivação de alunos e professores pela matemática	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Estímulo ao desenvolvimento e melhoria do desempenho do aluno em matemática	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Premiação e reconhecimento dos alunos e dos professores com medalhas, bolsas de iniciação científica, viagens.	SIM	SIM	SIM	SIM	X
Ampliação da autoestima e valorização pela escola do aluno vencedor/medalhista	SIM	SIM	SIM	SIM	X
Fortalecimento das relações entre a matemática e as outras disciplinas (raciocino lógico, interpretação de textos, interdisciplina)	SIM	SIM	SIM	SIM	X
Descoberta de novos talentos ('prodígios')	SIM	SIM	SIM	X	X
Mudança da percepção do aluno sobre sua vida e seu futuro profissional e acadêmico	SIM	SIM	X	SIM	X
Autoavaliação do aluno (seu aprendizado e suas dificuldades)	SIM	SIM	SIM	X	SIM
Formação de grupos e melhoria das relações alunos-professores e alunos-alunos	SIM	SIM	X	X	SIM
Valorização e icentivo para formação continuada de professores	X	SIM	X	SIM	SIM
Mobilização de pais, alunos e professores	SIM	SIM	X	SIM	SIM

Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2011, p. 23-24).

Trabalho idêntico de análise foi realizado para categorizar os aspectos negativos (Quadro 3). O conjunto de categorias evidenciou dois pontos em comum, a todos os respondentes: o alto nível de dificuldade da prova em relação ao atual nível de ensino-aprendizagem nas escolas públicas e a percepção negativa sobre a aplicação de provas nos finais de semana, horários estes que divergem dos horários e dias das aulas.

Em relação ao primeiro ponto comum, as respondentes relataram a dificuldade de compreensão das questões das provas. CGEE (2011, p. 27) expõe a noção de que,

> [...] quando o assunto são as provas e as questões da OBMEP, é possível agregar:
> 1. Alto nível de dificuldade da prova, extensa e incompatível com o atual (baixo) nível de conhecimento nas escolas públicas;
> 2. Conteúdo único da prova incompatível com as diferentes séries;
> 3. Incompreensão dos enunciados- interpretação de textos e português em geral- por parte dos alunos, que consideram as questões difíceis;
> 4. Contextualização das situações- problema (nas provas) com enfoque urbano e na Região Sudeste.
> Isto significa que diferentes atores consideram as provas da OBMEP difíceis, seja porque os enunciados e o enfoque de suas questões são dados com exemplos e linguagem típica das regiões Sul-Sudeste, seja pelo conteúdo oferecido até a data de aplicação das provas da Olimpíada ou ainda não abordado em determinadas séries.

Entre as justificativas expressas como elemento causador dos pontos negativos, contudo está à baixa qualidade do ensino público, englobando a desigualdade entre escolas públicas de variadas regiões, entre as escolas de esferas federais, estaduais e municipais, o conteúdo em geral, o conteúdo relacionado à Geometria.

Quadro 3 – Percepções negativas dos respondentes sobre a OBMEP

Aspectos negativos	Atores				
	Alunos	Professores	Gestores	Pais	Público
Alto nível de dificuldade da prova, extensa e incompatível com o atual (baixo) nível de conhecimento nas escolas públicas	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Aplicação das provas nos finais de semana ou em horários diferentes das aulas	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Conteúdo único da prova incompatível com as diferentes séries	SIM	SIM	SIM	SIM	X
Premiação insuficiente para a quantidade de alunos, professores e escolas, sem certificados	SIM	SIM	SIM	SIM	X
Incompreensão dos enunciados – interpretação de textos e português em geral – por parte dos alunos, que consideram as questões difíceis	SIM	SIM	SIM	SIM	X
Problemas de transporte e deslocamento rural-urbano ou fins de semana	X	SIM	SIM	SIM	SIM
Divulgação precária das datas das provas, da premiação ou desconhecimento da OBMEP	SIM	X	SIM	SIM	SIM
Material didático inacessílvel para preparação para prova, com entrega atrasada e em quantidade insuficiente	SIM	SIM	SIM	X	X
Contextualização das situações-problema (nas provas) com enfoque urbano e na região Sudeste	SIM	SIM	SIM	X	X
Excessiva competição e concorrência entre escolas (federais x estaduais ou municipais; escolas militares bem preparadas)	SIM	SIM	X	X	SIM
Frustação ou depreciação do aluno não classificado ou premiado, gerando insegurança	SIM	SIM	X	X	SIM
Indisponibilidade ou atraso na divulgação de notas e de resultados	X	SIM	SIM	X	SIM
Envolvimento precário da escola e dos gestores com a OBMEP e demais atores, com pouco incentivo	X	SIM	X	SIM	X
Envolvimento precário dos professores com a OBMEP	X	X	SIM	SIM	X
Difícil comunicação com os coordenadores regionais da OBMEP ou despreparo	X	X	SIM	SIM	X
Gestores indicam parentes e pessoas de fora da matemática para participar da OBMEP	X	SIM	X	X	X

Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2011, p. 27-28).

Além disso, dos cinco tipos de respondentes, somente a sociedade em geral não ofereceu sugestões de aprimoramento. No entanto, o grupo que mais colaborou foram os professores com cinquenta e nove por cento, enquanto proporcionalmente o grupo de alunos foram os que menos propostas fizeram.

As sugestões estão resumidas em cinco eixos temáticos, descritos pelo CGEE (2011, p. 31-34):

> **I. Sobre as provas**
> • Alterar o período de aplicação das provas da Olimpíada para dias da semana;
> • Divulgar datas das provas com antecedência de forma também impressa nas escolas;
> • Divulgar e manter um cronograma de atividades de forma impressa nas escolas que inclua a expectativa da data de divulgação de resultados parciais e finais;
> **II. Sobre formação, ensino e pesquisa**
> • Ampliar investimentos na área de formação e de educação permanente de professores e de gestores;
> • Organizar mais grupos de estudos e gincanas de simulação da OBMEP; [...]
> **III. Sobre material didático e conteúdo**
> • Enviar maiores quantidades de material didático para as escolas, com antecedência mínima de três meses em relação à realização da primeira fase das Olimpíadas;
> • Ampliar o acesso à internet e a formação em informática básica por parte de alunos e professores, favorecendo uma possível inclusão digital;
> • Diversificar os enunciados das questões de prova de acordo com aspectos sociais e culturais das diversas regiões brasileiras; [...]
> **IV. Sobre premiação**
> • Ampliar a premiação de 'honra ao mérito' proporcionalmente ao aumento das inscrições (verificar cálculos necessários para evitar distorções);
> • Incluir um certificado digitalizado para todos os participantes da segunda fase da OBMEP;
> • Disseminar os premiados e os resultados importantes atingidos pelas escolas; [...]
> **V. Sobre a adesão à política**
> • Enfatizar o papel das mães em relação às Olimpíadas e ao interesse, motivação e desempenho dos alunos dentro da escola, assim como se pode incentivar o maior envolvimento dos pais dos alunos e dos gestores em relação à OBMEP na comunidade, nos jornais, rádios e televisões, nos locais de trabalho e de lazer fora da escola.

Desse modo, a consulta pública evidenciou que a principal razão para a existência da OBMEP são os agentes principais, ou seja, os alunos da escola pública, seus desempenhos, interesse e motivação pela Matemática. Constatou, ainda, o sucesso da OBMEP por meio dos diversos depoimentos favoráveis, incluindo os alunos, e pela influência desta na formação da identidade do educando fortalecida pela posição e influência do professor, na qualidade de educador.

No entanto, dos pontos negativos evidenciados na publicação do CGEE (2011), dentre os quais um deles é alaterar o período de aplicação das provas se percebe que não houve mudanças.Também no condizente a sugestão de organizar grupos de estudos e gincanas de simulação da OBMEP nas escolaspúblicas brasileiras observa-se por intermédio da aplicação daprova em 2018 que não aconteceu. A publicação é de extrema importância para a comunidade escolar, porém não houve divulgação em massa da publicação a essa comunidade.

Provavelmente seja essa uma das razões pelas quais a realidade não é modificada e assim os alunos continuam cometendo os mesmos erros. Pensando dessa forma acredita-se que os aprendizes que erram as questões relativa a área de figuras planas na OBMEP, os cometem por haver mais de um conteúdo envolvido na questão. E, mesmo sendo apontado caminhos para a melhoria como citada anteriormente asmudanças não acontecem. A realidade apresenta indícios de que a responsabilidade de mudança fica por conta do professor.

Por isso, se faz necessário e oportuno que os professores discutam as questões em sala de aula e façam comentários dos diversos conteúdos envolvidos na questão. Logo, a Situação Didática Olímpica (SDO) é uma estratégia viável. Vale a pena tentar, uma vez que a SDO é construída conhecendo e relacionando a questão com a realiddade do educando. Leva-se também em consideração o interesse de alunos e professores pela Matemática, apontado como pontopositivo pelo CGEE (2011).

Assim, as questões manuseadas na (SDO) são situações-problema oriundas do banco de dados da OBMEP desde 2005 até 2017. Fica evidenciado, porém, o fato de que há alguns trabalhos no condizente à OBMEP e praticamente nenhum sobre o objeto de estudo. Com o propósito de elaborar, no entanto, um material didático por meio das SDOs, fez-se necessário contar com as concepções de um grupo de professores em formação inicial e que também são alunos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), assunto evidenciado no capítulo 3. Julga-se, portanto, que as SDOs é um campo de pesquisa ainda em construção, principalmente com enfoque na formação inicial dos professores para o ensino de área de figura plana, utilizando-se como aporte a TSD.

3 O PIBID COMO FERRAMENTA DE FORMAÇÃO DOCENTE NA ÁREA DE MATEMÁTICA

Discute-se neste capítulo a criação do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) com seu respectivo ano de instituição. Em seguida, o foco é direcionado para conhecer sua criação e ano na UFC, particularmente o PIBID do Subprojeto de Matemática, o qual trabalha com os licenciandos desse curso.

Este, por sua vez, foi idealizado para envolver a formação do professor. Segundo Correia e Manrique (2012), o PIBID teve início em dezembro de 2007, por meio do edital de chamada pública,em ação conjunta do Ministério da Educação (MEC), da Secretaria de Educação Superior - SESu, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

Teve como intuito promover a iniciação à docência aos universitários dos cursos de licenciatura das instituições federais e com a finalidade de preparar a formação destes durante seus estudos, para atuarem na educação básica da rede pública.

Desde setembro de 2009, a CAPES estabelece e regulamenta o PIBID por meio da Portaria Normativa CAPES nº 122, de 16/09/2009 com objetivo de:

> I. incentivar a formação de professores para a educação básica, contribuindo para a elevação da qualidade da escola pública;
> II. valorizar o magistério, incentivando os estudantes que optam pela carreira docente;
> III. elevar a qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores nos cursos de licenciatura das instituições públicas de educação superior;
> IV. Inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, promovendo a integração entre educação superior e educação básica;
> V. proporcionar aos futuros professores participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar e que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração o desempenho da escola em avaliações nacionais, como Provinha Brasil, Prova Brasil, SAEB, ENEM, entre outras;
> VI. incentivar escolas públicas de educação básica, tornando-as protagonistas nos processos formativos dos estudantes das licenciaturas, mobilizando seus professores como co-formadores dos futuros professores. (BRASIL, 2009b, p. 1).

Em adesão ao edital nº 02/2009 da CAPES, o PIBID da UFC iniciou em março de 2009 com nove objetivos, entre quais se destacam: estimular a formação de professores para a educação básica, em especial para o ensino médio e, em particular, para áreas de extrema carência; estimular o uso de metodologias de ensino e práticas docentes que sejam pedagogicamente criativas e inovadoras e estimular futuros canais de integração entre a Universidade Federal do Ceará e escolas dos sistemas públicos, por via de projetos de cooperação que possam contribuir para o aumento da qualidade da educação praticada nessas unidades.

Segundo o relatório de atividades PIBID-UFC (2009-2010), a escolha das escolas participantes do projeto foi realizada com a articulação da Secretaria de Educação do Estado do Ceará-SEDUC. Vale salientar que esta instituição pública tem se evidenciado bastante colaborativa, desde então, fato que facilitou a concretude do projeto nas escolas de ensino médio.

Diante da robustez do projeto, a SEDUC se dispôs reduzir a lotação, em sala de aula, de cada um dos supervisores selecionados, o que facilitou tanto a participação desses profissionais em atividades realizadas na UFC quanto no acompanhamento das atividades dos “pibidianos” nas respectivas escolas.

Assim, o projeto PIBID veio para adicionar estratégias positivas e inovadoras à formação dos futuros profissionais, uma vez que consolida como uma proposta em que os licenciandos em Matemática têm a possibilidade de vivenciar e acompanhar as práticas pedagógicas dos professores das escolas selecionadas, conhecer as dificuldades e aprendizagens dos edudantes de ensino médio, adquirir experiências e principalmente contribuir para a melhoria da qualificação profissional desses licenciandos bolsistas.

A UFC, no entanto, tomou o cuidado de não confundir o PIBID com os estágios curriculares, ainda que, em certa medida, boa parte das ações guardasse pontos comuns.

> Tomando essa característica como um importante atributo positivo, as ações do PIBID/UFC procuraram tomar como referência o *modus operandi* dos “internatos”, como eles são praticados nas graduações de medicina, por exemplo. Desse modo, mais do que o envolvimento, exclusivo, com a ação docente de sala de aula, os bolsistas foram estimulados a participar, de forma planejada, de todas as dinâmicas próprias de um estabelecimento escolar, tais como, reuniões de planejamentos (por áreas, por períodos ou de inicio de ano letivo), conselhos de classe, eventos comemorativos, além das convivências com os demais profissionais, por exemplo, nos horários dos intervalos. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2010, p. 7).

O PIBID-UFC desenvolveu, tendo por base seus objetivos, as seguintes estratégias de intervenção com foco no futuro professor:

> I – Realização de “estudos do meio”, intentando evidenciar a importância de se relacionar “aquilo que se aprende na escola” (o conhecimento científico) e o que ocorre dentro e fora dela (o cotidiano da comunidade escolar). II – Introdução de atividades experimentais, propostas a partir de situações-problemas, principalmente nas disciplinas das Ciências da Natureza, por entender que as aulas de laboratório são instrumentos importantes para adequadas construções de conceitos. III - Desenvolvimento de projetos, preferencialmente interdisciplinares, tendo em vista elaborações de planejamentos e execuções de trabalhos a serem realizados em equipes, como forma de, entre outros ganhos, alimentar os processos de desenvolvimento da autonomia individual, da capacidade de concentração, além da disciplina grupal. IV – Estimular/criar espaços de discussões e debates sobre temas de

> interesse geral, preferencialmente, vinculados às temáticas disciplinares próprias do currículo escolar do ensino médio. V – Estimular o uso de linguagens midiáticas, através da produção de materiais, tais como vídeos, programas de rádio, fanzines, elaboração de jornais, além da construção de sítios e portais eletrônicos. VI – Estimular a utilização de ambientes virtuais de aprendizagens; embora estivesse prevista a utilização do ambiente “SOLAR”, optamos por trabalhar com o “SOCRATES”, outro espaço virtual, desenvolvido para ser usado por cursos de educação à distância baseados na UFC. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2010, p. 6).

Com efeito, o PIBID é um projeto de caráter diferenciado dos demais por prezar pelo aprimoramento da qualidade das ações acadêmicas direcionadas à formação inicial nos cursos de Licenciatura da UFC, tomando o exercício da docência como importante princípio formativo, porquanto, o licenciando tem a oportunidade de relacionar a teoria com a prática. Vale ressaltar a relevância deste para à docência na Educação Básica, de tal modo que os licenciandos vejam na atividade docente uma possibilidade de realização profissional.

No entanto, recentemente o PIBID tem sofrido grandes mudanças. Com cortes orçamentais o PIBID:

> [...] deixará de ser uma atividade que tem como foco a formação de professores e passará a ser uma ação que dá suporte às escolas, por meio de atividades de monitoria e de reforço escolar. Não obstante, secundarizará o papel do supervisor , aumentará sua função no programa, sobrecarregará os docentes universitários triplicando onúmero mínimo de estudantes para o acompanhamento Manter o “pibid”, porém, alterar seu escopo é, igualmente, matá-lo. (SILVEIRA, 2016).

Provavelmente, num futuro próximo o PIBID deixará de ser um canal de entreleçamento da pesquisa com prezamento pela qualidade na formação inicial docente e passará a ser simplesmente mais um projeto, lamentavelmente. Deixando, assim, professores, pesquisadores e pibidianos preocupados.

3.1 O PIBID na formação inicial do docente em Matemática

Discussões e pesquisas sobre a formação docente em Matemática, segundo Fiorentini e Lorenzato (2012), desde os anos de 1990, evidenciam o baixo nível de compreensão e domínio do conhecimento matemático. Vinculado a esse aspecto, ainda do ponto de vista dos pesquisadores, acontecem os debates referentes a que tipo de conhecimento matemático deve ter o professor de Matemática e como há de combiná-lo com seu conhecimento pedagógico. Isto é, os debates estão surgindo para evidenciar o desenvolvimento profissional docente.

Nessa perspectiva, a pesquisadora Ana Cristina Ferreira (2008) define o desenvolvimento profissional docente como um processo

> [...] que se dá ao longo de toda a experiência profissional com o ensino e aprendizagem da Matemática, que não possui uma duração preestabelecida e nem acontece de forma linear. Esse processo – influenciado por fatores pessoais, motivacionais, sociais, cognitivos e afetivos-envolve a formação inicial e a continuada, bem como a história pessoal como aluno e professor. As características do indivíduo, sua vida atual, sua personalidade, sua motivação para mudar, os estímulos ou pressões que sofre socialmente e sua cognição e afeto – crenças, valores, metas etc. – possuem importante impacto sobre esse processo (2008, p.149-150).

Ferreira ainda relata que o desenvolvimento profissional docente envolve duas vertentes; a primeira diz respeito à identidade do professor, como pessoa, e a segunda relacioná-se ao desenvolvimento profissional de conhecimentos, atitudes, habilidades e competências mais especifícas. Logo, uma está relacionada a outra.

O PIBID de Matemática aborda vários projetos pelos quais os licenciandos desenvolvem práticas docentes atualizadas e que contribuirão positivamente com o desenvolvimento profissional de cada um. Na seção seguinte, serão revelados diversos projetos em que os licenciandos do PIBID participam.

3.2 O PIBID de Matemática da Universidade Federal do Ceará

O PIBID de Matemática teve início em 2009 com adesão ao Edital edital nº 02/2009 da CAPES. Atualmente funciona com reuniões nos dias de sexta-feira com o coordenador e nas escolas nas quais os licenciandos desenvolvem atividades de cunho pedagógico supervisionadas. Nessas reuniões, são abordados vários assuntos, desde a parte epistemológica até os projetos das escolas, sempre visando a relacionar a teoria com a prática.

Na parte epistemológica, é o momento dos seminários e/ou de realização de alguma pesquisa; ou seja, o coordenador traz para a reunião alguns artigos os entrega aos licenciandos. Em seguida, é dado um prazo e, no dia marcado, acontecem o seminário e/ou pesquisa (Figura 1) e as discussões sobre o assunto abordado.

Figura 1 – Momento da apresentação

Fonte: Acervo próprio.

Nas escolas, os licenciandos participam de vários projetos com alunos, destacando-se: maratona de Matemática, jogos pedagógicos de intervenção, monitoria, oficina, intervalo interativo, decatlo e o programa de iniciação cientifica discente. Cada um destes será evidenciado a seguir.

- Maratona de Matemática, na verdade, é um jogo que consiste na resolução de problemas matemáticos com regras e instruções detalhadas de resolução.

> Segue abaixo as regras e instruções da atividade:
> 1. Cada equipe será composta de 5 pessoas, sendo 4 responsáveis por responder as perguntas e 1 jogador (peão) para jogar os dados e percorrer o caminho.
> 2. A ordem que cada grupo deverá jogar, será definida na jogada de dados. O peão que tirar maior número, joga primeiro.
> 3. No início do jogo o grupo deverá responder a uma pergunta sorteada, para jogar o dado e começar a partida. Caso o grupo não acerte, será dada a vez para o próximo grupo participante.
> 4. O número que o peão conseguir na jogada de dados, definirá a quantidade de casas que caminhará.
> 5. As casas podem ter uma das seguintes cores e significados:
> a) Branca – somente fique onde está;
> b) Verde – pergunta de nível fácil;
> c) Amarela – pergunta de nível intermediário;
> d) Vermelha – pergunta de nível difícil.
> 6. As perguntas serão retiradas, pelo grupo, de caixas de cor correspondente a casa que o peão parar.
> 7. Se o grupo erra a pergunta de alguma casa, o peão será penalizado voltando algumas casas. A quantidade de casas que o peão retornará muda, dependendo da cor da casa que estava quando o grupo errou a pergunta.
> a) Verde – volta 3 casas;
> b) Amarela – volta 2 casas;
> c) Vermelha – volta 1 casa.

> 8. Faltando seis casas, ou menos, para finalizar a atividade, o peão só poderá avançar se retirar na jogada do dado a quantidade exata para finalizar a Maratona. (MARATONA..., 2017, p. 1).

As equipes receberam a denominação de: Bháskara, Pitágoras, Tales, Descartes, Gauss e Euclides. É uma atividade que desperta a incentivação para aprender Matemática, o espírito em equipe e desenvolve o raciocínio dedutivo.

- Jogos pedagógicos de intervenção constituem atividade eficaz, dinâmica e descontraída, a qual estimula o interesse do aprendiz pela Matemática, podendo desenvolver a autonomia dos envolvidos.

Figura 2 – Alunos jogando

Fonte: Acervo do PIBID Matemática (MARATONA..., 2017).

Como metodologia para montar o quebra-cabeça triangular, o qual trabalha as operações de multiplicação e divisão, os alunos foram divididos em cinco grupos. Tinham por desafio descobrir é possível com pequenos triângulos formar um triângulo maior.

- Monitoria é uma atividade que consiste, a princípio em um trabalho de observação, ou seja, os licenciandos observaram os professores de Matemática, ministrando aula, em seguida, houve uma reunião para abordar as diretrizes e os assuntos da monitoria. Por último, mas não menos importante, aconteceu a monitoria, conforme Figura 3.

Figura 3 – Horário de monitoria

PIBID DE MATEMÁTICA
MONITORIA PARA 1º, 2º E 3º ANOS

Data	Turno	Horário	Locais
30-10	Manhã	08:00h	Biblioteca e Laboratório de física
30-10	Tarde	14:00h	Biblioteca e Laboratório de física
10-11	Tarde	15:50h	Biblioteca e Laboratório de física
11-11	Manhã	09:50h	Biblioteca e Laboratório de física

OBS: 1º ano ------> Laboratório de física

2º e 3º anos ------> Biblioteca

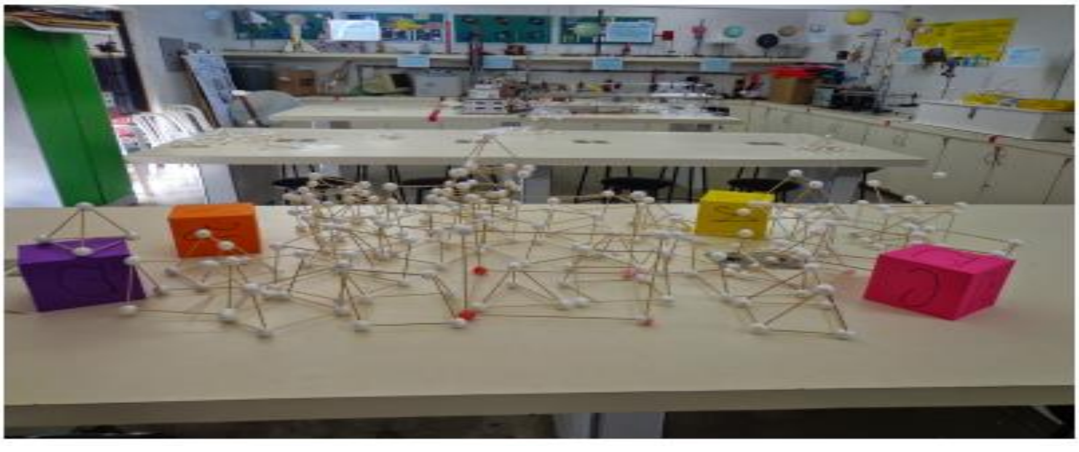
Fonte: Acervo do PIBID de Matemática.

Os alunos envolvidos sempre são comunicados das aulas, com antecedência, e também o calendário é exposto em murais da escola. Entretanto, esse procedimento de monitoria é amplo e carece de dedicação. Uma vez que, o monitor além de observar o professor para auxiliá-lo com confiança nas aulas práticas e teóricas deve tirar dúvidas dos estudantes, organizar grupos de estudos, confeccionar lista de exercício de acordo com a dificuldade de cada grupo sob a supervisão do professor e aplicá-las, dando sempre um *fredback* ao professor.

Em seguida deve-se elaborar um relatório das atividades realizadas e entregá-lo ao professor coordenador. Portanto, a monitoria desenvolve um trabalho tendo por base a realidade no condizente ao ritmo de cada grupo e/ou educando.

- A oficina foi desenvolvida com o intuito de introduzir conceitos de geometria espacial e plana com a apresentação e construção de sólidos geométricos, dentre outras atividades educativas. A oficina resultou nas construções expressas na Figura 4.

Figura 4 – Sólidos construídos pelos alunos do EM

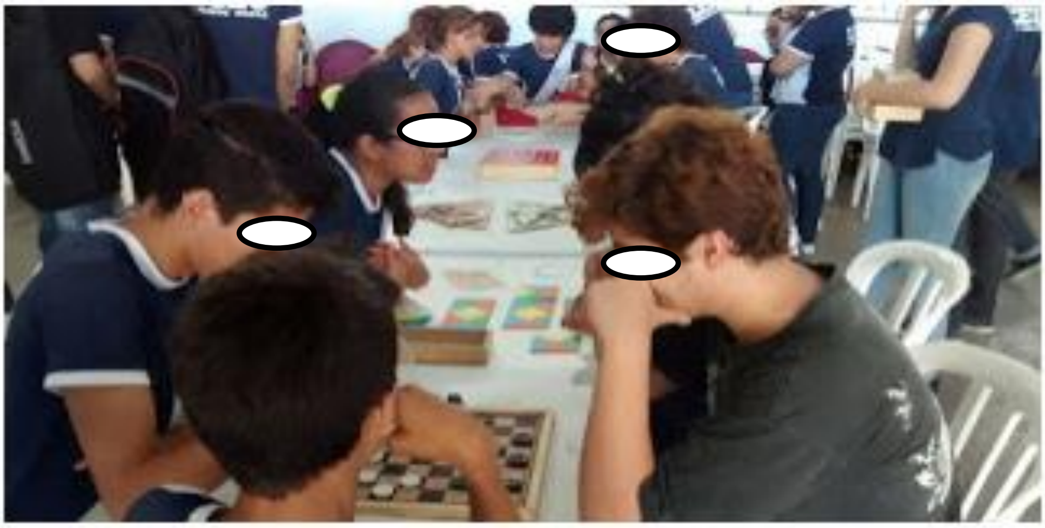


Fonte: Acervo do PIBID de Matemática.

A metodologia utilizada foi uma aula expositiva com a explanação teórica do conteúdo poliedros e a diferença com as figuras planas, seguida da construção, utilizando palitos e bolas de isopor. Posteriormente, a turma foi dividida em grupos para participarem do "Quiz educativo" com a finalidade de testar os conhecimentos adquiridos com a realização da oficina.

- Intervalo interativo é uma atividade que ocorreu no intervalo (lanche), quando os licenciandos utilizaram jogos pedagógicos de lógica e raciocínio para que os alunos tivessem a oportunidade de se divertirem aprendendo.

Figura 5 – Alunos no intervalo



Fonte: Acervo do PIBID de Matemática.

As mesas e cadeiras foram posicionadas na quadra, os jogos distribuídos e os licenciandos interagiram, com vistas a haver por trás da diversão o aprendizado.

- O decatlo é um conjunto de dez provas atléticas, que tem por objetivo conhecer o decatleta, ou seja, o atleta mais completo. Essa atividade foi realizada de acordo com divulgação da Figura 6. As equipes conseguiram concluir todas as provas. As atividades obedeceram a programação a seguir.

> 1ª fase/ atividades: 10 a 14 de Outubro
> Quiz Show Matemático Esta fase será aplicada em cada turma dos 2º e 3º anos dos turnos manhã, tarde e noite e corresponderá a 1000 pontos.
> 2ª fase/ atividades: 17 a 21 de Outubro.
> Desafio de Raciocínio Lógico As equipes responderão 3 desafios de raciocínio lógicos relacionados à capacidade de usar os números de forma efetiva, raciocinar bem, observar padrões e relações lógicas. A atividade corresponderá a uma pontuação de 500 pontos.
> 3ª fase/atividades: 12 a 16 de Dezembro.

> Decátlo Matemático As equipes disputarão a atividade entre si, por meio de sorteio. Esta fase final corresponderá a 1500 pontos. (MARATONA..., 2017, p. 1).

Figura 6 – Divulgação do Decatlo Matemático

DECATLO MATEMÁTICO

Esta semana realizaremos a Final do Decatlo Matemático, um projeto que tem o objetivo de estimular o raciocínio lógico e matemático em atividades que demandam esforço físico e concentração. O Decatlo Matemático consiste na realização das atividades abaixo, no menor tempo.

01. TORRE DE HANÓI : 1 ATLETA
02. REVEZAMENTO : 4 ATLETAS
03. TANGRAM : 1 ATLETA
04. SALTO À DISTÂNCIA : 1 ATLETA
05. QUEBRA-CABEÇA MULTIPLICAÇÃO: 2 ATLETAS
06. CORRIDA DE SACO: 1 ATLETA
07. TETRA-CORES: 2 ATLETAS
08. CORRIDA DE CARRO DE MÃO: 2 ATLETAS
09. DESAFIO RACIOCÍNIO LÓGICO: 3 ATLETAS
10. ACERTE O ÂNGULO: 3 ATLETAS

TOTAL: 20 PESSOAS

As equipes devem escolher os participantes, de modo que o atleta só pode participar uma atividade. As possíveis disputas ocorrerão na VILA OLÍMPICA nos horários e possivelmente seguindo a tabela abaixo.

TERÇA-FEIRA: 13/12

2ª AULA: 2º D X 3º C

3ª AULA: 2º A X 3º D

4ª AULA: 2º C X 3º A

5 ª AULA: 2º B X 3º B

QUINTA-FEIRA: 15/12

2ª AULA: 2º F X 3º G

3ª AULA: 2º I X 3º F

4ª AULA: 2º E X 3º E

5 ª AULA: 2º H X 3º H

Fonte: Acervo do PIBID de Matemática.

Ao término da terceira fase do Decatlo Matemático, o resultado está exposto a seguir.

Figura 7 – Resultado do Decatlo Matemático

Placar Final do Decatlo Matemático

Colocação	1° Fase – Quiz Show Matemático	2° Fase – Raciocínio Lógico	3° Fase – Décatlo Matemático	Total
1° lugar - 3° B	900	400	1500 (+200 melhor salto)	3000
2° lugar - 2° D	800	400	1000	2200
3° lugar - 3° E	800	500	500	1800
3° C	950	500	0	1450
2° E	650	500	(+100 – 3° melhor salto)	1250
2° H	750	500	0	1250
3° F	750	405	0	1155
2° B	600	400	(+150 – 2° melhor salto)	1150
2° A	650	500	0	1150
2° C	650	500	0	1150

Fonte: Acervo do PIBID de Matemática (MARATONA..., 2017).

O decatlo desenvolveu a socialização com o trabalho em equipe. Atividades como esta podem no futuro unir o grupo e depertar outras atividades de estudo.

- Programa de iniciação cientifica discente é um projeto desenvolvido recentemente que objetiva preparar o aluno do EM para participação na primeira e segunda fases da OBMEP. Nele o educando entra em contato com interessantes questões no ramo da Matemática, desenvolvendo, assim, o conhecimento científico deste, como também sua preparação para que futuramente tenha um desempenho profissional e acadêmico satisfatório.

O referido projeto teve por objetivo: despertar nos alunos o gosto pela Matemática e pela Ciência em geral; motivar os alunos na escolha profissional pelas carreiras científicas e tecnológicas; desenvolver nos educandos habilidades necessárias ao desenvolvimento de uma aprendizagem autonôma e estimular uma articulação entre as escolas e a UFC.

Com efeito, é evidenciado o fato de que os licenciandos do PIBID interagem diretamente com os estudantes do EM e com os respectivos professores de Matemática. Além disso, são proporcionados aos licenciandos momentos de experiências e aprendizado imensuráveis, ou seja, oportunidade de relacionar teoria com prática que, dificilmente, um universitário que não faz parte do PIBID terá.

Além do mais, foi possível observar que, apesar de o PIBID do Subprojeto de Matemática ter como foco a formação de professor e realizar várias atividades interativas e pedagógicas, até então, não se havia abordado para estes licenciandos problemas olímpicos intencionais para serem resolvidos por meio de uma metodologia de ensino voltada à Matemática, dando ao aprendiz a oportunidade de aprender autônomamente. E, assim, é possível elaborar as Situações Didáticas Olímpicas, dando ao professor a oportunidade de vivenciar uma maneira diferenciada e inovadora de abordar em sala de aula a resolução de problemas olímpicos.

É notório que os participantes que fazem parte do PIBID estão engajados, no entanto, se a escola tivesse conhecimento dos pontos negativos da OBMEP citados em uma publicação, CGEE(2011), poderia focar em tentar eliminá-los e assim melhorar o nível dos estudantes de nível 3 (EM) atravéz da aplicação de várias SDOs. Visto que, a SDO é uma construção na qual almeja a autonomia do estudante, abordando os problemas Olímpicos de forma intencional, mas essa intenção não é revelada ao aprendiz.Tal intenção é trilhada por um caminho metodológico, o qual será visto no capítulo seguinte.

4 O CAMINHO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Este segmento traz breve definição de metodologia, seguida da abordagem da metodologia de pesquisa Engenharia Didática (ED) de segunda geração, também denominada de Engenharia Didática em Desenvolvimento (EDD). Para aplicação em sala de aula, no entanto, é vislumbrada a metodologia de ensino conhecida por Teoria das Situações Didáticas (TSD) mediante uma determinada Situação Didática (SD).

A metodologia é um conjunto de regras pelos quais o pesquisador conduz a investigação do objeto de estudo, ou seja, das situações olímpicas. Como conjunto de técnicas, a metodologia deve dispor de um instrumental claro, coerente, elaborado e capaz de encaminhar os impasses teóricos para o desafio da prática (MINAYO, 1994, p. 16). Esse conjunto de regras se efetua em qualquer área do conhecimento, inclusive na Didática da Matemática.

Segundo Almouloud (2007),

> As pesquisas em didática da matemática são frequentemente articuladas em torno de uma questão que nós colocamos sobre uma aprendizagem ou sobre um problema de ensino, ou ainda, sobre uma hipótese que procuramos confirmar (particularmente a existência de uma regularidade entre um certo tipo de ensino e um certo tipo de aprendizagem, para uma maioria de alunos). (ROBERT, 1992, p. 38, tradução nossa)[1].

A Matemática é um ramo do conhecimento que não está pronto. Como Ciência, Mendes (2009) diz que ela deve ser interpretada, reinterpretada, inventada, estudada e aprendida. Ainda na visão de Almouloud (2007), a pesquisa é vista como um conjunto de questões coordenadas em que o pesquisador constitui um quadro teórico para explicitar o problema levantado e os objetivos do objeto. Assim, a finalidade da pesquisa é confirmar ou negar contribuições teóricas, amparando-se em uma experimentação.

4.1 Engenharia Didática (ED): uma metodologia de pesquisa

O pesquisador, ao adentrar no ensino da Matemática, deverá ter por hábito uma sequência de atitudes distribuída em etapas para assim obter sucesso. Essa sequência lógica está relacionada a um caminho a ser seguido, o qual é denominado na pesquisa em questão de ED. No trabalho em foco, todavia, optou-se pela Engenharia Didática de segunda geração ou

---

[1] Les recherches en didactique des mathématiques s'articulent souvent autour d'une problématique que l'on pose sur un problème d'apprentissage ou d'enseignement, ou sur une hypothèse que l'on tente de confirmer (notamment l'existence d'une régularité entre un certain type d'enseignement et un certain type d'apprentissage pour la majorité des étudiants).

Engenharia Didática em Desenvolvimento (EDD), a qual será expressa na seção posterior, uma vez que trabalha com situações de ensino em sala de aula e a formação do professor.

Com efeito, a ED, é divisada como uma metodologia de pesquisa. Para o pesquisador Alves (2016), esta metodologia é completa, pois conduz o pesquisador até a verificação dos dados com aplicações em sala de aula, tendo por base a construção, realização, observação e análise das sessões de ensino da Matemática. Caracteriza-se ainda

> [...] como pesquisa experimental pelo registro em que se situa e pelos modos de validação que lhe são associados: a comparação entre a análise *a priori* e análise *a posteriori*. Tal tipo de validação é uma das singularidades dessa metodologia, por ser feita internamente, sem a necessidade de aplicação de um pré-teste ou de um pós-teste. (ALMOULOUD, 2007, p. 171).

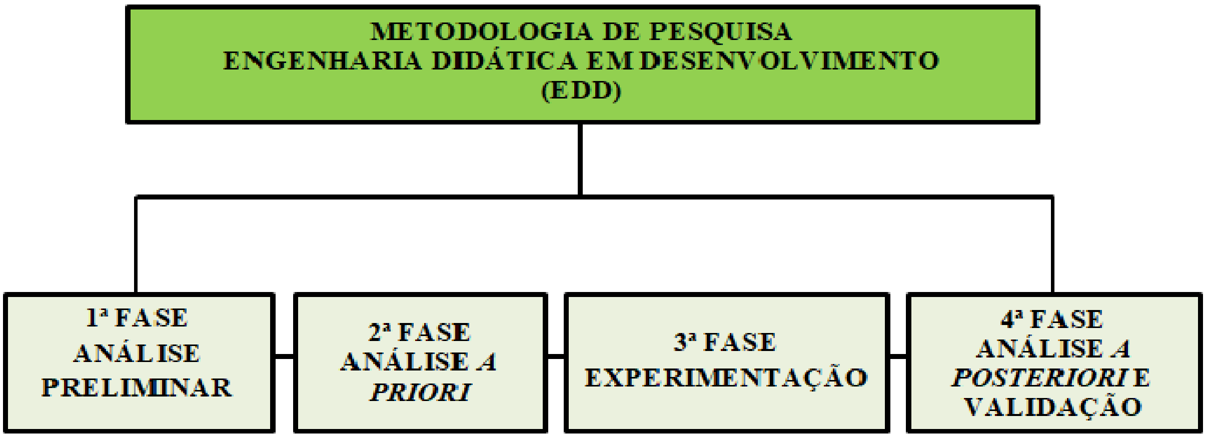
Nesse contexto de experimentação, a ED é entendida como metodologia de pesquisa que denota característica experimental com base em realizações didáticas, e seus respectivos registros ocorrem no interior da sala de aula, visto que, "[...] teremos capacidade de determinar o papel da ED, como aporte metodológico de investigação e a TSD como teoria fundante na estruturação, na concepção e planejamento de uma mediação didática intencional." (MARINHO; ALVES, 2016, p. 168).

Esta metodologia, por sua vez, pode ser aplicada em pesquisas que estudam os processos de ensino e aprendizagem de um objeto matemático. Está classificada em quatro fases ou etapas: análise preliminar ou prévia, análise *a priori*, experimentação, análise *a posteriori* e validação. Para Laborde (1997) e Alves (2016), contudo um dos aspectos de grande relevância na ED é a confrontação dos dados das análises *a priori* e *a posteriori*.

4.2 Engenharia Didática de segunda geração

Segundo Perrin Glorian (2009 *apud* ALOMOULOUD, 2012), a EDD é um tipo de ED que tem por objetivo o desenvolvimento de recursos direcionados aos professores que estão em sala de aula ou para a formação de docentes, seja na formação inicial ou continuada, com suas respectivas fases (Figura 8). Na visão de Artigue (1988), cada uma dessas etapas deve ser resgatada e aprofundada durante a pesquisa. Para atender ao objetivo proposto, todavia a, EDD trabalha com vários níveis de elaboração. Por isso, deve ser prevista uma flexibilidade nas decisões.

Figura 8 – Etapas da Engenharia Didática em desenvolvimento



Fonte: Elaboração própria (2018).

Ademais, é conviniente salientar que as exigências institucionais devem, embora que de maneira teórica, ser levadas em consideração e que o professor tem total responsabilidade pelo ensino na sala de aula. Para abordar as condições quanto à realização da EDD, no entanto, se evidencia a abordagem de Almouloud (2012), amparado nas concepções de Pierre Glorian (2009), o qual relata que há três condições para a realização de uma EDD:

> 1. Deixar uma certa liberdade de ação ao professor: esta condição já é válida no primeiro nível, mas agora trata-se de definir a sequência de situações com o professor e analisar como o professor adapta o documento que lhe é fornecido.
> 2. Utilizando os documentos produzidos, os professores devem procurar não reproduzir a história, mas as condições da aprendizagem, a questão essencial para a engenharia didática, sendo como identificar os elementos essenciais para a realização efetiva da atividade.
> 3. É necessário apoiar-se em uma engenharia didática de primeira geração que possibilite a construção de uma situação fundamental e sua análise. (ALMOULOUD, 2012, p. 32).

Sendo assim, é conveninente afirmar que a EDD denota características da ED de primeira geração, por ser o ponto de apoio para se elaborar o material didático na formação do professor. A seguir há um mapa conceitual que mostra as duas engenharias.

Figura 9 – Mapa conceitual da Engenharia Didática

.

Fonte: Elaboração própria (2018).

O mapa conceitual evidencia que a EDD se preocupa com a formação do professor. Assim, Brum e Schuhmacher (2013, p. 64) ensinam que:

> [...] o papel do professor é oferecer um conjunto de boas sequências de ensino, de modo a aperfeiçoar a ação autônoma do estudante e sua efetiva aprendizagem. Estas sequências buscam criar um ambiente que permita que o estudante atue com a mínima interferência explícita ou tácita do professor.

Nessa perspectiva, o professor, segundo Loss, Caetano e Ponte (2015), como um agente pensante e transformador de mentes, precisa está bem informado para atuar com eficiência e, portanto, necessita adquirir o perfil de professor-pesquisador, visando a desempenhar seu papel de maneira esclarecedora e eficaz.

Essa metodologia, na visão de Almouloud (2012), acompanha os dispositivos produzidos por via de um conjunto de estudos e análises que dão as características do produto, de acordo com os conhecimentos científicos teóricos e experimentais do momento no interior da sala de aula. Deve, ainda, ser evidenciada a concepção de Margolinas (2004), relatando que, na EDD, professor e pesquisador são levados inevitavelmente a trabalhar. Na seção seguinte, serão tratadas as quatro fases da metodologoia abordada (EDD).

4.2.1 Primeira fase – Análise Preliminar

A primeira fase é o momento de o pesquisador identificar os problemas de ensinagem do objeto de estudo e delinear de modo fundamentado as questões, hipóteses, fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa; ou seja, é a ocasião na qual se realizam as análises preliminares, o que pode comportar as seguintes vertentes:

> [...] analisar o ensino usual e seus efeitos; analisar as condições e fatores de que depende a construção didática efetiva das situações de ensino; considerar os objetivos específicos da pesquisa; analisar livros didáticos; destacar o(s) problema(s) de ensino e de aprendizagem que será (ão) objeto da pesquisa em andamento, e para o(s) qual (quais) se pretende buscar uma solução. (ALMOULOUD, 2007, p. 173).

Exprimindo, o momento em que são conhecidos a realidade e o material. Isto é, nessa fase, é realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema em foco. Seguindo o direcionamento de Almouloud (2007, 2012), foi decidido realizar essa etapa por via da pesquisa bibliográfica com foco nos problemas olímpicos da OBMEP, utilizando uma metodologia voltada ao ensino da Matemática que dê conta de trilhar o caminho de elaboração do objeto de estudo, as Situações Didáticas Olímpicas.

Para isso, se fez necessário efetuar pesquisas em sítios confiáveis, entre os quais o de periódicos da CAPES[2]. Assim, o artigo de Artigue (1988, 1996) aborda um projeto didático, definindo de modo concreto o processo de planejamento, aplicação e avaliação da Educação Matemática. Esse projeto desempenhou significativo papel no terreno da Educação Matemática por ser a projeção de questões, utilizando o conceito de ED originada da didática francesa por meio da TSD mediante um olhar reflexivo.

No entanto, Almouloud (2007), para constituir seus escritos, baseou-se nos percurssores da ED e TSD, ou seja, Michelle Artigue e Brousseau, respectivamente. Ainda fez um estudo entre as abordagens teóricas da TSD e Dialética Ferramenta-Objeto (DFO), de Douady. Entre os assuntos abordados pelo autor, estão a ED, a TSD e os obstáculos. Para esse pesquisador, obstáculo é compreendido como o momento em que o educando sai do estado de equilíbrio e passa por fases transitórias, nas quais os conhecimentos anteriores não funcionam bem, ou seja, é o momento do desequilíbrio.

Por outro lado, o livro de Brousseau (2008) aborda a TSD. Esta, por sua vez, é uma metodologia de ensino que trabalha com situações didáticas. Esta última é entendida como todo contexto que cerca o aluno, inclusive o papel desempenhado pelo professor. Vale evidenciar

---

[2] A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (2016) é uma fundação vinculada ao Ministério da Educação do Brasil que atua na expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu em todos os estados do país.

que o pesquisador em questão foi o percurssor da TSD. Iniciou seus estudos referentes à TSD nos anos de 1970. A TSD é estruturada em quatro fases: ação, formulação, validação e institucionalização. No entanto, tem uma fase que antecede as quatro mencionadas denominada de devolução.

Ademais, também foi realizada análise preliminar sobre o tema de figuras planas nas coleções de livros didáticos adotados pelo Município de Fortaleza e Estado do Ceará, correspondentes ao Ensino Fundamental e Médio (cf. Item 5.1, p. 63 desta dissertação).

Por outro lado, deve-se durante a análise dos livros didáticos observar e despender real atenção às atividades escritas pelos autores, condizentes com o objeto de estudo “ área de figuras planas”: se estas, por sua vez, estão ensejando ao educando uma vivência empírica do conteúdo abordado, de forma a torná-lo um ser autônomo durante a elaboração do saber matemático.

Deste modo, deve o professor de Matemática “[...] propor ao estudante uma situação de aprendizagem para que elabore seus conhecimentos como resposta pessoal a uma pergunta, e os faça funcionar ou os modifique como resposta às exigências do meio e não a um desejo do professor.” (BROUSSEAU, 1996, p. 49).

Nessa linha de racicíonio, Brum e Schuhmacher (2013, p. 64), acreditam que “[...] o papel do professor é oferecer um conjunto de boas sequências de ensino, de modo a aperfeiçoar a ação autônoma do estudante e sua efetiva aprendizagem.” Vale salientar que estas sequências acontecem com a interferência mínima do professor. Para isso, se faz necessário que este profissional tenha maturidade e paciência para conduzir a conquista do saber matemático do aluno.

4.2.2 Segunda Fase – Análise a Priori

A segunda fase objetiva responder à(s) questão (ões) e validar as hipóteses levantadas na fase anterior. Nessa etapa, as atividades que foram escolhidas pelo pesquisador devem permitir aos participantes medrar algumas competências e habilidades mediante ações como efetuar a leitura e desenvolver o raciocínio dedutivo na situação- problema.

Nessa fase com base na análise do material, o caminho é organizado e estruturado, ou seja, é nesse instante que se constrói o alicerce da pesquisa. Isto é, se efetua o planejamento. Para isso, se faz necessário conhecer o contexto, no qual o aluno está inserido, elaborar ou pesquisar as situações- problema a serem aplicadas futuramente.

> [...] O pesquisador deve elaborar e analisar uma sequência de situações problemas. Entende-se por situação problema a escolha de questões abertas e/ ou fechadas numa situação mais ou menos matematizada, envolvendo um campo de problemas colocados em um ou vários domínios de saber e conhecimentos. (ALMOULOUD, 2007, p. 174).

Do ponto de vista de Artigue (1996), a pesquisa comporta uma parte descritiva e uma parte preditiva. Nessa fase, existe a necessidade de descrever as varáveis de comando, no âmbito global e local. Fica entendido que as variáveis globais são [...], “aquelas que se referem à organização global da Engenharia.” (CARNEIRO, 2005, p. 102).

4.2.3 Terceira fase – Experimentação

A fase da experimentação é o momento em que são aplicadas as situações- problema e cabe ao pesquisador observar, intervir quando necessário e efetuar registros referentes às elaborações dos educandos. Constitui a etapa de se colocar em prática todo o dispositivo estabelecido. Segundo Almouloud (2007), se deve: apresentar o dispositivo experimental; discutir os objetivos que sustentam o dispositivo experimental; descrever as condições e o contexto da experimentação e aplicar a situação numa sequência didática.

Essa etapa é visualizada explicitamente no capítulo seguinte durante a concepção das SDOs pelos participantes. Nas 5 construções apresentadas há a utilização constante da TSD. É apresentado o PO, discutido e construído por meio da TSD o experimento didático, o qual norteia o docente a executar um trabalho utilizando questões de olimpíada na escola pública brasileira.

4.2.4 Quarta fase – Análise a Posteriori e Validação

A quarta fase é dividida em dois momentos inseparáveis, por haver uma confrontação entre ambos. O primeiro momento é a análise *a posteriori*, entendida como um conjunto de resultados que se pode explorar com os dados colhidos durante a observação da fase anterior. O segundo momento consiste de uma análise realizada pelo pesquisador, na qual as informações resultantes serão confrontadas com a análise *a priori* efetuada.

Na visão de Almouloud (2007), nessa fase, o pesquisador deve organizar e analisar as produções dos estudantes, levando em consideração as atividades propostas e as informações coletadas no decorrer da experimentação. Portanto, ainda do ponto de vista de Almouloud (2007), a ED é uma metodologia de pesquisa que no primeiro momento, descreve um esquema experimental com base em realizações didáticas ocorridas em sala de aula.

A ED pelo seu caráter empírico é associada ao [...]

> [...] ofício do engenheiro que, para realizar um projeto preciso, se apóia sobre conhecimentos científicos de seu domínio, aceita submeter-se a um controle de tipo científico mas, ao mesmo tempo, se vê obrigado a trabalhar sobre objetos bem mais complexos que os objetos depurados na ciência e, portanto, a enfrentar [...] problemas que a ciência não quer ou não pode levar em conta. (ARTIGUE, 1996, p. 193).

Acontece nessa fase, todavia, a confrontação entre a análise *a priori* e *a posteriori*, para, em seguida, ocorrer a validação. Por outro lado, essa confrontação torna-se possível mediante situações vivenciadas em sala de aula com aplicação da metodologia de ensino visualizada na seção *a posteriori.*

4.3 Teoria das Situações Didáticas (TSD): uma metodologia de ensino

A investigação científica no ensino da Matemática envolve interações com os sistemas educacionais e, principalmente, com as atividades ocorrentes no interior da sala de aula, baseada em observações e aplicações. Nesse sentido, o caminho norteador escolhido para processar o percurso metodológico foi a TSD. Para efetuar as observações se faz necessário que se obtenham três tipos de documentos.

> a. Dados coletados: classe de documentos (ensino ou currículo projeto, preparações do professor, notas ou listas de observação, gravar som, vídeo, documentos produzidos pelos alunos, folhas de questionários...
> b. Apenas para ser visto, tal conjunto de dados deve incluir metadados que identifica o objeto "práticas observadas" (sobre a lição, o tema da educação ...), suas condições escolares (classe, data, etc.) , objetos e condições das observações (lições anteriores ou posteriores, por exemplo),
> c. As condições ou razões para a escolha desta informação, observações recolhidas e a sua utilização. (BROUSSEAU, 2009, p. 1, tradução nossa)[3].

Margolinas (2004) assegura, contudo que, numa pesquisa em desenvolvimento, a origem de conceitos é um ponto-chave durante a aplicação da questão. Daí a necessidade do registro durante a aplicação de cada situação.

A TSD é uma metodologia de ensino que trabalha com situações de ensino (SE), a qual é definida como "[...] todo contexto que cerca o aluno, nele incluídos o professor e o

---

[3] a. Les *données* recueillies: documents de classe (projet d'enseignement ou curriculum, préparations du professeur, notes ou grilles d'observation, enregistrements son, vidéo, documents produits par des élèves, fiches de questionnaires…
b. Pour être seulement *repérable*, un tel ensemble de données doit être accompagné de métadonnées permettant d'identifier l'objet «pratiques observées» (sujet de la leçon, objet de l'enseignement…), leurs conditions scolaires (classe, date etc.), les objets et conditions de l'observations (les leçons précédentes ou suivantes par exemple),
c. Les *conditions* ou les raisons de recueillir ces informations, les observations recueillies et leur usage. (BROUSSEAU, 2009, p. 1).

sistema educacional”. (BROUSSEAU, 2008, p. 21). Portanto, situação didática é um conjunto de relações pedagógicas que constitui o saber, identificando as interações do professor, com o aluno e o saber. Durante o processo de ensino-aprendizagem, acontecem os desequilíbrios. Estes, segundo Almouloud (2007), são de vários tipos. Os mais significativos e atuantes durante o processo estão evidenciados a seguir.

Obstáculo epistemológico é uma dificuldade inerente ao saber, isto é, é um conhecimento limitado no momento de assimilar e acomodar novos conceitos ou conjecturas, podendo ser identificados nas dificuldades que os matemáticos depararam no decorrer da história, para entendimento e utilização dos conceitos matemáticos.

O obstáculo de natureza didática denominado de obstáculo didático é um conhecimento limitado de alguns conceitos, no qual o aluno, ao deparar algo abrangente, se desequilibra. “Eles nascem da escolha de estratégias de ensino que permitem a construção, no momento da aprendizagem, de conhecimentos cujo domínio de validade é questionável ou incompletos [...]” (ALMOULOUD, 2007, p. 141-142).

Obstáculo psicológico é compreendido como uma barreira que surge quando o conteúdo apresentado pelo professor entra em contradição com as concepções e ideologias de vida do sujeito. “Esses obstáculos aparecem quando a aprendizagem contradiz as representações profundas do sujeito [...], por exemplo, o zero causa obstáculos psicológicos pelo medo do ‘nada’ e [...] ‘não é bom’ dividir por zero.” (ALMOULOUD, 2007, p. 144).

Os obstáculos ontogênicos são as limitações neurofisiológicas do sujeito, de acordo com sua fase de desenvolvimento; ou seja, é a incapacidade do sujeito de compreender certos problemas. Mesmo o aprendiz apresentando-se atento de acordo com sua idade, o processo não será compreendido, visto que a complexidade da tarefa está acima da compreensão do educando.

A TSD acontece entre a segunda e a terceira fase da ED, cuja finalidade é caracterizar um processo de aprendizagem mediante uma sequência de situações reproduzíveis, acarretando com frequência mudanças no comportamento dos alunos referentes ao conhecimento. Salienta-se, que o objeto de estudo na TSD não é o aluno, mas sim a situação didática em que são apontadas as interações estabelecidas do professor com o aluno e o saber.

O professor constituído de conhecimento científico e por conhecimentos oriundos de sua interação no convívio social e familiar mantém uma relação pedagógica com o aluno nas situações de ensino. O aluno também conserva vínculo com o docente e com o saber. Nesse ambiente, o aprendiz aprende adaptando-se a um *milieu* caracterizado por desequilibrá-lo, ou seja, instiga-o a dar novas respostas numa situação didática, trazendo para a pesquisa em foco, numa situação olímpica no processo de constituição do saber.

Com efeito, a TSD é vista como uma metodologia de ensino caracterizada durante a aprendizagem por uma série de situações reprodutíveis, conduzindo frequentemente à modificação de um conjunto de comportamentos dos alunos. Essa metodologia está classificada em quatro etapas interligadas-ação, formulação, validação e institucionalização- acrescida da devolução. A respeito das etapas mencionadas, destaca-se que estas, por sua vez, podem articular regras de contrato especifícas, sendo que as atividades do professor e dos educandos em relação ao saber e contexto são distintas em cada uma destas fases.

Vale salientar que, em qualquer etapa, o professor poderá passar por um dos efeitos da ruptura do contrato didático,em virtude da relação que docente e alunos estabelecem com o saber, levando-se em conta o contexto local de ambos. O contrato didático é “[...] um conjunto de comportamentos (específicos) do professor que são esperados pelos alunos, e um conjunto de comportamentos do aluno que são esperados pelo professor”, conciliados pelo saber num dado contexto (BROUSSEAU, 1996, p. 38).

Portanto, é um agrupamento de elementos diretamente relacionados com a relação didática entre o professor e seus alunos, definindo responsabilidades e comportamentos de cada sujeito envolvido na relação, mediante a apropriação do saber num determinado contexto educacional, a sala de aula. Essa relação de contrato didático, no entanto, está vinculada constantemente, ao processo de negociação e renegociação, dependendo, portanto, do saber em jogo.

Retornando aos efeitos de ruptura, de acordo com Beltrão, Souza e Silva (2010, p. 344)

> • EFEITO TOPÁZIO – Para discorrer sobre o efeito Topázio, Brousseau (1996) descreve um trecho do romance Topázio, de Marcel de Pagnol em que o professor realiza um ditado, observando que o aluno escreve “os carneiros”, para que o aluno faça-o corretamente, enfatiza “os carneiros” e assim, o aluno transcreve sem a menor compreensão. Logo, nesse efeito didático o professor diante da possibilidade de erro do aluno, sugere a resposta, por meio de códigos didáticos que a deixam transparecer. [...]
> • EFEITO JOURDAIN – Esse efeito pode ser considerado uma variação do efeito topázio, uma vez que, se refere a uma cena do romance francês Bourgeois Gentilhomme, em que o professor de filosofia explicita a Jourdain o que é a prosa e as vogais. Evita a discussão de conhecimentos com o aluno, admitindo que haja um conhecimento sabedor nas respostas deste aluno, quando realmente, há apenas significações variadas. O efeito Jourdain, aparece na relação didática quando o professor, pela vontade de identificar o saber escolar ou científico, valoriza indevidamente uma manifestação superficial do aluno como sendo o saber escolarizado. [...]
> • DESLIZE METACOGNITIVO – Esse efeito é caracterizado pela percepção que o professor tem de sua dificuldade em gerenciar o saber em cena, seja por sua

> dificuldade em organizar didaticamente a situação, seja pelas dificuldades próprias dos alunos. Reconhecendo as referidas dificuldades, ele abandona o discurso científico, e o substitui por um outro discurso elaborado com base em seu saber cotidiano. Sendo assim, de certo modo, o aluno não tem a percepção sobre a mudança do discurso científico para o senso comum, o que pode levá-lo a confundir o saber científico com o cotidiano.
>
> - UTILIZAÇÃO ABUSIVA DA ANALOGIA – Quando o aluno não aprende é necessário dar-lhe oportunidade para aprender. Brousseau (1996) afirma que a analogia pode ser um recurso didático excelente, desde que seja usado de maneira adequada. Entretanto, a utilização abusiva da analogia pode refletir na redução de significados de um determinado conceito, e ainda pode conduzir a um caminho que leve ao Efeito Topázio o qual, por sua vez, poderá se degenerar num Efeito Jourdain.
> - EFEITO DIENES – Efeito no qual o professor com suas concepções (epistemológicas) tenta aproximar o saber científico do saber ensinado.

Silva (2008) acredita que grande parte das dificuldades vivenciadas pelos alunos em sala de aula é causada pelos efeitos do contrato didático; quando este é mal- interpretado, esses efeitos podem surgir em qualquer uma das etapas da TSD.

Na devolução o contrato didático é iniciado. A devolução é a fase em que o professor age, no sentido de buscar uma questão que tenha significado, isto é, que seja uma situação fundamental e a repassa para o aluno, fazendo-o aceitar a responsabilidade de resolvê-la de maneira autônoma, com o professor sendo o mediador.

4.3.1 Primeira fase: Situação de Ação

A ação é uma fase em que o aluno irá ler a situação, interpretá-la e em seguida julgar o resultado de sua ação, fazendo-se necessário o ajustamento, sem a intervenção do professor. Com isso, o aprendiz pode melhorar ou abandonar seu modelo para criar outro, ao seu ver, que seja adequado, acontecendo, pois, a aprendizagem por adaptação.

Assim, "[...] o aluno no âmbito de busca por uma solução, ele produz ações que podem concorrer para a elaboração de um conhecimento na prática (em ação). Em maior ou menor substância poderá explicitar suas razões." (DOUADY, 1984 *apud* ARTIGUE, 1984, p.7). Almouloud (2007, p. 37), relata, porém, que

> Uma boa situação de ação não é somente uma situação de manipulação livre ou que exija uma lista de instruções para seu desenvolvimento. Ela deve permitir ao aluno julgar o resultado de sua ação e ajustá-lo, se necessário, sem a intervenção do mestre, graças à retroação do Milieu. Assim, o aluno pode melhorar ou abandonar seu modelo para criar um outro: a situação provoca assim uma aprendizagem por adaptação.

Essa fase é conditio *sine qua non* ao educando pelo fato de que é o momento deste evidenciar suas escolhas e decisões sobre o *milieu.*

4.3.2 Segunda fase – Situação de Formulação

A formulação é a fase da TSD vista como o momento da troca de informações entre o educando e o *milieu*. Para isso, a princípio, utiliza uma linguagem habitual e cotidiana, sem a obrigatoriedade do formalismo matemático. Sendo assim, podem ocorrer: "[...] ambiguidades, redundâncias, uso de metáforas, criação de termos semiológicos novos, falta de pertinência e de eficácia de mensagem, dentro de retroações contínuas." (REIS; ALLEVATO, 2015, p. 263).

Portanto, é a hora da comunicação. Segundo Almouloud (2007, p. 39)

> Uma dialética da formulação consistiria em desenvolver progressivamente uma linguagem compreensível por todos e que leva em conta os objetos e as relações pertinentes da situação de forma adequada (isto é, permitindo raciocínios úteis e ações). A cada instante esta linguagem construída será do ponto de vista de sua inteligibilidade, da facilidade de construção, do tamanho das mensagens que se podem trocar. A construção ou código (repertório, vocabulário, algumas vezes a sintaxe) em língua natural ou linguagem formal torna possível a explicitação das ações e dos modelos de ação.[4]

Ainda nessa fase, o aprendiz tenta modificar a linguagem habitual e passa, então, a constituir seu modelo matemático, ou seja, desenvolve a capacidade de construir e reconstruir suas conjecturas em um sistema linguístico, adequando as informações que deve comunicar, Uma vez que, na visão Brousseau (2008), a formulação envolve outro sujeito ao qual será comunicada uma informação.

4.3.3 Terceira Fase – Situação de Validação

A validação é a etapa da TSD, na qual o aprendiz valida a questão. É apresentado à turma o modelo por ele criado. Essa etapa procura o debate sobre o modelo matemático exposto, o qual poderá estar correto ou não. A turma, caso sinta necessidade, poderá questioná-lo. O educando, além de fazer a exposição do seu modelo matemático, tem como missão convencer os demais. Só assim, o modelo matemático será validado. Logo, "[...] as mudanças não concernem apenas com a informação, mas também, com o conjunto de declarações. Se

---

[4] Une dialectique dela formulation consisterait à mettre au point progressivement um langage que tout le monde comprenne et qui prenne em compte les objets et les relation pertinentes de la situation de façon adéquate (c' est-à-dire em permettant les raisonnements utiles et les actions). A chaque instant, ce langage construit serait éprouvé du point de vue de lintelligibilité, de la facilite de construction, de la longueur des messages qu'il permet d'échanger. La construction ou code (repertoire, vocabulaire, quelquefois syntaxe) en langue ordinaire ou em langage formalisé rend possible l'explicitation des actions et des modèles d'action. (BROUSSEAU, 1998, p. 36).

torna necessário provar o que foi realizado por meio de uma ação na etapa passada." (DOUADY 1984, *apud* ARTIGUE, 1984, p. 7).

Por fim, a última fase denominada de institucionalização é a etapa em que o professor retoma, fazendo a fixação do conhecimento, tornando o saber oficial.

4.3.4 Quarta Fase – Institucionalização

Essa fase é denominada por Brousseau (1981) como institucionalização. Ela se caracteriza "[...] pelo momento de fixação ou convenção explícita do estatuto cognitivo de um conhecimento ou saber." (BROUSSEAU, 1981, p. 107). Ou seja, é o momento em que [...]

> [...] o professor reassume um papel explícito, identificando, sistematizando e conferindo valor aos objetos debatidos nas situações de validação. Nessa etapa de institucionalização, o professor faz um fechamento das principais ideais ou conceitos mobilizados pela situação didática, apontando quais conhecimentos dos alunos são relevantes e quais são descartáveis, podendo inclusive introduzir novos conceitos, de modo a apresentar a teoria necessária para consolidar o objeto de estudo. (POMMER, 2013, p. 19).

Isto é, trazendo para o foco da pesquisa, o professor faz o fechamento da situação didática olímpica e dos conteúdos envolvidos na questão.

A pesquisa, no entanto, foi estruturada de acordo com o quadro metodológico a seguir, o qual resume o caminho trilhado.

Quadro 4 – Estruturação da pesquisa

Composição da pesquisa	**Componentes estruturais**
Metodologia da pesquisa	Engenharia Didática de 2ª geração
Metodologia de ensino	Teoria das Situações Didáticas
Objeto de estudo	Situações Didáticas Olímpicas - OBMEP
Área de Investigação da Matemática	Geometria
Conteúdo especifico	Área de figuras planas
Alunos do PIBID de Matemática-Licenciandos	10 Participantes
Local	Universidade Federal do Ceará
Dia de aplicação	Sexta feira
Horário	16h00 – 17h30
Período um	Janeiro a junho – 1ª fase da OBMEP
Período dois	Agosto a setembro – 2ªfase da OBMEP
Variável	Global.
Dimensão	Didática.
Limitações	Construção de uma situação sem contexto e o processo de inclusão.

Fonte: Elaboração própria (2018).

O Quadro 4 traz, pois, a estruturação de toda a pesquisa e evidencia as possíveis limitações, algo pelo qual se deve sempre estar atento, com vistas a evitá-las. Mostra, ainda, as variáveis. Esta é outra preocupação durante toda a investigação, uma vez que há a necessidade de mensurar os dados do objeto de estudo, ou seja, as SDOs.

4.4 Definição sobre Situação Didática Olímpica

Nesta seção, será realizado o percurso de construção dadefinição da SDO. O processo iníciou-se pelo renomado pesquisador Alves, a princípio com a mestranda Oliveira, em seguida com sua discípula Andrade e posteriormente com sua aluna Santos. A SDO é objeto de estudo da pesquisa ora sob relatório, uma vez que é um objeto em maturação. O ponto de partida é elencado pela definição de Situação Didática estabelecida por Brousseau. Sendo assim, na ótica de Brousseau (2008, p. 21), Situação Didática (SD) “[...] é todo contexto que cerca o aluno, nele incluídos o professor e o sistema educacional.” E, a SDO?

Antes, da definição da SDO, há a necessidade de abordar uma vertente diretamente relacionada à Educação Matemática, denominada de resolução de problema. Esta é reconhecida como uma das metas fundamentais da Matemática no ensino, uma vez que é esperado do educando que este seja capaz de resolver problemas expressos por “[...] representações matemáticas e utilize conhecimentos relacionados aos números, às medidas, aos significados das operações, selecionando um procedimento de cálculo pessoal ou convencional e produzindo sua expressão gráfica.” (BRASIL, 1997, p. 53). Ao realizar essa ação, o educando está efetivando produções matemáticas por intermédio de seu pensamento.

Nesse viés de definições, vale salientar a indagação: o que é uma situação-problema (SP)? Na percepção de Dante (2002, p. 9) SP, é “[...] qualquer situação que exija o pensar do indivíduo para solucioná-la”, objetivando desenvolver no aluno a habilidade para refletir e estruturar conjecturas, fazendo uso com eficácia dos recursos disponíveis para testá-las, validá-las e assim oferecer a solução. Uma situação-problema é

> [...] constituída por um conjunto de questões abertas e/ou fechadas formuladas em um contexto mais ou menos matematizado, envolvendo um campo de problemas colocados em um ou vários domínios de saber e de conhecimentos. Sua função principal é a utilização implícita, e depois explícita, de novos objetos matemáticos, por meio de questões dos alunos no momento da resolução do problema. Os alunos devem compreender os dados do problema e se engajar na sua resolução usando seus conhecimentos disponíveis. Essas situações devem colocar em jogo um campo conceitual que queremos efetivamente explorar e no qual o conhecimento visado está inserido. (ALMOULOUD, 2016, p. 155-116).

Na verdade, é um meio para desenvolver as competências do aprendente.

Por outro lado, a Matemática, erroneamente, é vista pelos estudantes, em sua maioria, como algo acabado e pronto com várias fórmulas e cálculos. Talvez esta seja uma das causas prováveis da dificuldade de compreensão por parte do aluno em resolver problemas, principalmente os olímpicos.

Além do mais, problema olímpico (PO) para Alves (2018, no prelo) é:

> [...] um conjunto de situações problemas de Matemática, abordado em um contexto competivo ou de maratonas, com a participação apenas (e de modo restritivo) dos estudantes competidores, cuja abordagem e caracterpisticas de ação individual do estudante envolve apenas objetivo de se atingir as metas definidas em cada competição, por intermédio do emprego de estratégias, raciocínios e argumentos matemáticos eficientes.

Essa realidade pode vir a contribuir negativamente para o ato de aprender Matemática, uma vez que a compreensão adequada do problema na elaboração das conjecturas para encontrar a solução depende do conhecimento contextualizado e da realidade de mundo que o aprendiz conduz.

Assim, cabe ao professor de Matemática dar novo significado a sua prática de sala de aula, com o propósito de atender as necessidades de compreensão de cada educando. Essa enorme responsabilidade que a realidade do ensino de Matemática impõe ao professor veio a favorecer o surgimento das Situações Didáticas Olímpicas, o que será definido a seguir.

Sem dúvida, uma das principais dificuldades encontradas em desenvolver o objeto de estudo consiste no fato da escassez de trabalhos publicados que referenciem as Situações Didáticas Olímpicas. Embora alguns livros, artigos e dissertações tragam a resolução de questões das mais diversas olimpíadas, não há uma preocupação com a aprendizagem quanto ao processo de assimilação e acomodação do educando, tampouco com o contexto, no qual o aluno está inserido. Logo, não apresenta a situação-problema sendo resolvida por meio de uma sequência didática (SD) num dado contexto, no qual o aluno está inserido.

Por outro lado, as dificuldades do professor para lidar com a realidade da turma, do ambiente de trabalho e do sistema educacional, de modo geral, atreladas ao seu fazer pedagógico, o perseguem. O professor indaga a si mesmo: para onde ir? A quem recorrer? O que aprender? O que ensinar? Quem deve formar? Essa situação, segundo Pimenta e Anastasiou (2014), interferem diretamente na identidade docente. Assim, ainda sob o ponto de vista das autoras, para tornar o professor um profissional, são necessárias maior qualificação, investimento e mudanças trabalhistas.

Para Pimenta e Anastasiou (2014, p. 147), no entanto, “[...] o que vemos na ação docente e discente, hoje, em sala de aula, é muito similar ao descrito e proposto para as escolas jesuítas no documento *Ratio Studiorum*", que representava determinado momento histórico, com outros valores, problemas e desafios. É necessário, então, mudar a realidade e cabe ao professor buscar uma transformação no seu universo-a sala de aula.

Daí, surgiram as SDOs que na realidade evidenciada mostrou-se como opção inovadora de mudança no direcionamento do conhecimento mediante experiências inusitadas de sequências didáticas aplicadas na sala de aula, que pode contribuir com o fazer pedagógico do professor, para quem, no pensamento de Gomes e Feitosa (2016), os saberes adquiridos com a experiência são de suma importância para a atividade docente. Para experimentar, no entanto, o professor de Matemática necessita conhecer a definição e os procedimentos de formulação de uma SDO.

Na concepção de Oliveira (2016, p. 68), no entanto, a SDO é entendida como um elemento de apoio ao professor, ou seja, "[...] descrevemos nosso produto educacional como sendo um elemento auxiliar para o professor que deseja incluir problemas olímpicos em aulas convencionais." Tal definição dá conta do material didático pronto, o qual poderá ser utilizado pelo professor a qualquer momento. Não esclarece, todavia, a definição de PO ou SDO.

Portanto, não havia até o ano de 2017 um conceito ou definição precisa para as SDOs. No entanto, na visão do pesquisador Alves seguida por suas alunas de mestrado, Andrade e Alves, fica entendida que as SDOs, numa visão didática pedagógica, são "[...] ações pedagógicas estruturadas numa situação problema e posteriormente aplicadas para favorecer a autonomia do educando dentro da sala de aula." (ANDRADE; ALVES; ALVES, 2017, p. 6). Tal definição foi esboçada pela primeira vez em um congresso denominado de IV CIECITEC. Posteriormente, Alves solidificou a definição, juntamente com sua aluna Santos (2017, p. 285), ficando expecificada que a SDO, é:

> [...] um conjunto de relações estabelecidas implicitamente ou explicitamente, entre um aluno ou grupo de alunos, um certo meio (compreendendo ainda o conhecimento matemático 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 um conhecimento constituido ou em vias de constituição, oriundo de um ambiente de competição coletiva e problemas ou conjunto de problemas característicos das olímpiadas de Matemática.

Salienta-se que Alves foi o precurssor da SDO, seguido por suas alunas de Mestrado Oliveira, Andrade e Santos, nessa ordem; isto é, foi o pesquisador e professor Alves quem primeiro abordou o assunto sobre a SDO e esboçou uma definição cabal. A definição encontrá-se generalizada, mas, pode ser categorizada para professores que atuam em realidades totalmente diferenciadas, ou seja, em escolas públicas e particulares.

Sendo assim , a SDO é uma situação específica, porquanto, não se destina somente a ler um PO e resolvê-lo. Essa condição não atende aos alunos de um modo geral; mas sim somente àqueles com habilidades desenvolvidas. A SDO é constituída com propósito e contexto bem definido. Logo, é um caso particular da SD, ou seja, toda Situação Didática Olímpica é uma Situação Didática, mas nem toda SD é uma SDO.

Nessa perspectiva, o conhecimento em que o educando procura validar por meio de uma situação-problema escolhida propositalmente pelo professor é questão olímpica extraída da OBMEP, envolvendo a área de figuras planas, nas quais o processo de resolução é baseado na TSD, e num contexto de escola pública.

Com efeito, o professor na situação tem um papel considerável, uma vez que sua responsabilidade está na escolha e também em conduzir no interior da sala de aula todas as fases da TSD, conhecendo o contexto do aluno e o sistema educacional. Essa é uma responsabilidade imensurável.

Á vista disso, numa visão aprofundada para a realidade esboçada, a SDO é um problema olímpico intencional, cuja resolução é realizada mediante uma sequência didática de ensino com objetivos traçados e bem definidos pelo professor, exclusivamente direcionado à constituição de estratégias pelo respondente, capaz de validar a situação em estudo com a utilização de seus conhecimentos prévios.

No capítulo 5 é desenvolvido a construção das SDOs. No qual cada situação-problema é abordada e resolvida de forma didática e diferenciada das maneiras existentes até o presente o momento para a reliadade evidenciada nas escolas públicas, nas quais os participantes exercem ações pedagógicas.

5 O CAMINHO E O MATERIAL DIDÁTICO

Algumas investigações são desencadeadas mediante a pesquisa, visto que a palavra pesquisa significa “[...] um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos.” (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20). Segundo Artigue (1996), é fundamental uma metodologia de investigação científica que se caracteriza como produto didático a encarar os problemas práticos de sala de aula e procurar valorizar o trabalho do professor.

Nesse viés, a metodologia aplicada é a Engenharia Didática de Segunda Geração, também conhecida pela denominação Engenharia Didática em Desenvolvimento (EDD), uma vez que, como vertente da pesquisa qualitativa, se debruça a estudar os problemas inerentes à aprendizagem de conceitos intrínsecos à Matemática para conceder ao professor recursos didáticos inerentes a uma situação de aprendizagem. Na primeira fase, a análise preliminar, se analisa a linguagem de três livros didáticos utilizados na Educação Básica da rede pública de ensino do Ceará (9º Ano do EF, 1º Ano e 2º Ano do EM).

Assim, neste capítulo, aborda-se a estruturação da pesquisa desenvolvida com 10 alunos do curso de Licenciatura de Matemática da UFC que, especificamente, são bolsistas do PIBID, visando conhecer suas concepções quanto ao estudo da Geometria na Educação Básica, especificamente com áreas de figuras planas e, posteriormente, criar condições para que os futuros professores de Matemática (participantes da pesquisa) se achem seguros e percebam a necessidade de desenvolver um material didático relevante ao estudo de área de figuras planas mediante as situações didáticas olímpicas, utilizando uma sequência didática de ensino a TSD.

5.1 Abordagem da Geometria, em particular, o conteúdo área de figuras planas no ensino médio

A maneira pela qual a Geometria é mostrada aos aprendizes da Educação Básica, em particular, o conteúdo área de figuras planas, não salienta todas as etapas de seu desenvolvimento. De acordo com Roque (2012), há uma diferença entre a lógica em que um texto matemático é apresentado e o modo como este se desenvolve. Por isso, a autora acentua que:

> Um dos fatores que contribuem para que a matemática seja considerada abstrata reside na forma como a disciplina é ensinada, fazendo-se uso, muitas vezes, da mesma ordem de exposição presente nos textos matemáticos. Ou seja, em vez de partirmos do

> modo como um conceito matemático foi desenvolvido, mostrando as perguntas às quais ele responde, tomamos esse conceito como algo pronto. (ROQUE, 2012, p. 7-8).

Com vistas a conhecer a atual abordagem da Geometria na Educação Básica foram analisados três livros didáticos, visualizados nas Figuras 10, 11 e 15. O livro didático, por ser um meio que tem o propósito de auxiliar o professor na tarefa de estabelecer o ensino da Matemática, deve conter situações-problema que despertem a curiosidade, criatividade e autonomia do aluno, ante a compreensão das ideias e conceitos matemáticos, utilizando a tecnologia e situações-problema cotidianas.

Nesse viés analisante, verificou-se, a princípio, se havia nos livros adotados pela rede pública de ensino por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) a contemplação dos conteúdos de modo contextualizado, com figuras atualizadas e que evidenciassem um pouco da história dos conteúdos abordados, vínculos com outras ciências e com as tecnologias digitais, em busca da formação científica e social. E, posteriormente, foi solicitado aos participantes a escolha de algumas questões (ver anexo A).

Vale salientar que os três livros são adotados na rede municipal e estadual de ensino na cidade de Fortaleza. Foi observado, ainda, como os autores abordavam as questões da OBMEP em cada um dos livros (Figura 10, 11 e 15).

Figura 10 – Foto de livro analisado do 9º Ano

Fonte: Livro analisado: Souza e Pataro (2015).

O livro, escrito por Souza e Pantaro (2015), aborda conteúdos do nono ano do Ensino Fundamental, no qual os alunos iniciantes do Ensino Médio deverão ter internalizados. *Vontade* *de Saber Matemática* é um livro com uma linguagem jovial e atualizada, ilustrativo, e traz algumas questões contextualizadamente.

Há um capítulo abordando a linguagem da informática e, no término de alguns capítulos, há a utilização da tecnologia, inclusive com o Geogebra. Cabe ao professor usá-la ou não. Também no término de alguns capítulos, há duas a três questões da OBMEP referindo-se ao assunto abordado no capítulo. A Geometria não é deixada ao final do livro, pois é nítido. Há um cuidado dos autores em trazê-la distribuída por toda a obra.

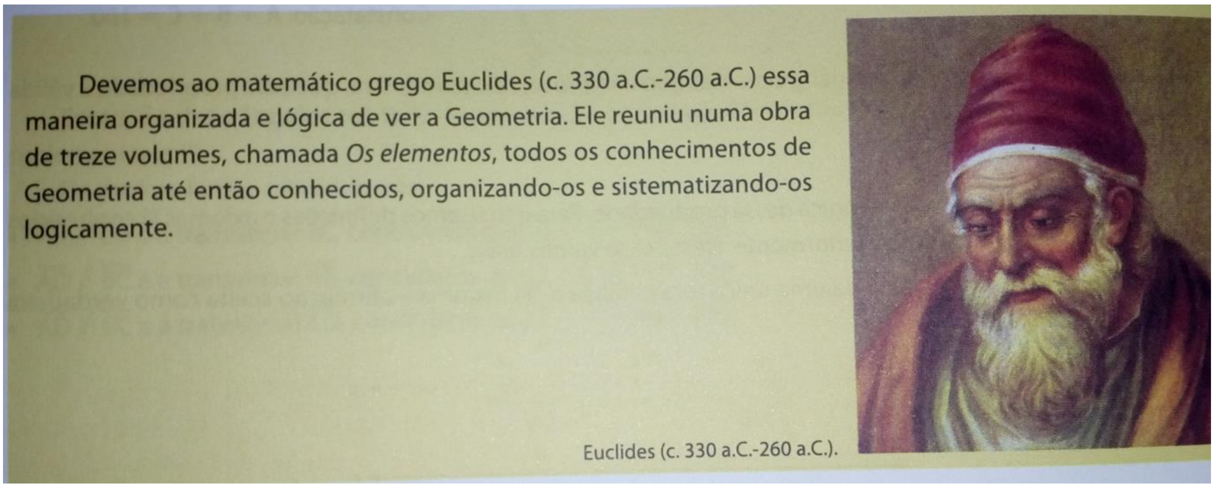
Por outro lado, é imperceptível a preocupação de Souza e Pantaro (2015) em unir alguns conteúdos do nono com textos vistos em séries anteriores. Na OBMEP e no SPAECE, contudo, os alunos resolvem questões de conteúdos vistos em anos anteriores. E mais: em algumas questões, existem conteúdos relacionados, ou seja, o aprendiz deve ter a maturidade de, a princípio, identifica-los e em seguida relacioná-los durante a resolução do problema. Provavelmente, seja esta uma das causas das notas ficarem abaixo do esperado. Outro fator a ser considerado é que o assunto área de figura plana não é explanado no livro *Vontade de Saber Matemática* do nono ano analisado, mas é um conteúdo da OBMEP, SPAECE e Prova Brasil. No referente ao EM segue em sequência dois livros.

Figura 11 – Foto de livro analisado do 1º Ano do EM

Fonte: Livro analisado: Dante (2010).

O livro *Matemática Contexto e Aplicações* volume 1 do 1º Ano do EM aborda a Geometria apartir de uma linguagem formal e demonstrativa. Não utiliza situações cotidianas da região Nordeste ou expressa o desenvolvimento do conteúdo desde uma problemática cotidiana da época em que o conteúdo foi criado. Exibe, no entanto, o matemático que originou a Geometria (Figura 12) e, ao final do capítulo, destina um texto “A Geometria e o conhecimento científico”, no qual se reporta a filosófos da época do Renascimento .

Figura 12 – Foto do matemático Euclides


Devemos ao matemático grego Euclides (c. 330 a.C.-260 a.C.) essa maneira organizada e lógica de ver a Geometria. Ele reuniu numa obra de treze volumes, chamada *Os elementos*, todos os conhecimentos de Geometria até então conhecidos, organizando-os e sistematizando-os logicamente.

Euclides (c. 330 a.C.-260 a.C.).

Fonte: Dante (2010, p. 396).

Destaca-se que há uma preocupação do autor com o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), visto que, ao final do livro, são mostradas 22 páginas com exercícios envolvendo questões de ENEMs anteriores. Por outro lado, não são visualizadas questões da OBMEP.

O conteúdo área de figuras planas é exibido por meio de fórmulas e, em suas atividades, é cobrado o cálculo de área de forma direta (Figura 13).

Figura 13 – Questão sobre área de figura plana

95. O perímetro de um triângulo é 30 cm. Calcule a área desse triângulo.

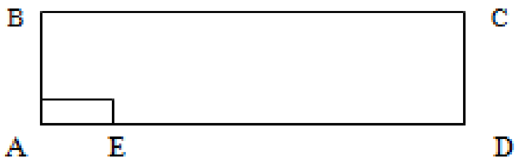
96. De uma placa de alumínio foi recortada uma região triangular equilátera de lado 20cm. Qual é a área dessa região que foi recortada?

F
onte: Dante (2010, p. 427).

É possível notar uma desconectividade em relação às questões do ENEM visualizadas no próprio livro, onde as questões são contextualizadas, conforme Figura 14.

Figura 14 – Questão do ENEM sobre área de figura plana

13. O governo cedeu terrenos para que famílias construíssem suas residências com a condição de que no mínimo 94% da área do terreno fosse mantida como área de preservação ambiental. Ao receber o terreno retangular ABCD, em que AB = $\frac{BC}{2}$, Antônio demarcou uma área quadrada no vértice A, para construção de sua residência, de acordo com o desenho, no qual AE = $\frac{AB}{5}$ é lado do quadrado.



Nesse caso, a área definida por Antônio atingiria exatamente o limite determinado pela condição se ele:

a) duplicasse a medida do lado do quadrado.

b) triplicasse a medida do lado do quadrado.

c) triplicasse a área do quadrado.

d) ampliasse a medida do lado do quadrado em 4%.

e) ampliasse a área do quadrado em 4%.

Fonte: Dante (2010, p. 463).

É evidenciado o fato de que há diferença entre o estilo de questão abordado no capítulo de área de figuras planas com as questões expostas ao final do livro trazidas em ENEMs passados. A questão exposta ao final do livro faz uma contextualização com a situação ambiental, assunto que vem merecendo a atenção de cientistas de todo o mundo.

O terceiro livro, *Matemática Contexto e Aplicações*, volume 2 do 2º Ano do EM explana a Geometria através de uma linguagem formal e demonstrativa. Aborda a Geometria Espacial em três capítulos, nos quais, na introdução de cada um destes, há uma contextualização com algum objeto constituído anteriormente. A linguagem utilizada, a princípio, é intuitiva, seguida de várias propriedades, nas quais há algumas reflexões com diversas figuras.

Figura 15 – Foto de livro analisado do 2º Ano do EM

Fonte: Livro analisado: Dante (2010).

No tocante aos exercícios, continua de maneira direta, sem encaminhar o aluno à prática da decoberta (Figura 16).

Figura 16 – Questão sobre área de sólido geométrico

57. Uma pirâmide regular hexagonal tem 10cm de altura e a aresta da sua base mede 4cm. Calcule:

a) o apótema da base.

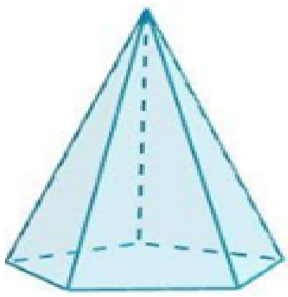
b) o apótema da pirâmide.

c) a aresta lateral.

d) a área da base.

e) a área lateral.

f) a área total.



Fonte: Dante (2010, p. 229).

Com efeito, os exercícios direcionam a uma aprendizagem mecânica, não ampliando os horizontes para constituir a autonomia do saber. Assegura-se que a exposição dos conhecimentos matemáticos, especificamente os geométricos de modo demonstrativo, sem contextualização, pode ser um dos fatores que contribuem para a dificuldade dos alunos em compreenderem a Geometria, em particular, o conteúdo área de figuras planas.

Desse modo, os Parâmetros Curriculares Nacionais do quarto ciclo do EF informam que

> [...] a Geometria tem tido pouco destaque nas aulas de Matemática e, muitas vezes, confunde-se seu ensino com o das medidas. Em que pese seu abandono, ela desempenha um papel fundamental no currículo, na medida em que possibilita ao aluno desenvolver um tipo de pensamento particular para compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. Também é fato que as questões geométricas costumam despertar o interesse dos adolescentes e jovens de modo natural e espontâneo. Além disso, é um campo fértil de situações-problema que favorece o desenvolvimento da capacidade para argumentar e construir demonstrações. (BRASIL, 1998, p. 122).

Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza que a Geometria:

> [...] não pode ficar reduzida a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras. A equivalência de áreas, por exemplo, já praticada há milhares de anos pelos mesopotâmios e gregos antigos sem utilizar fórmulas, permite transformar qualquer região poligonal plana em um quadrado com mesma área. (BRASIL, 2017, p. 270).

Além das considerações acima, foi constatado, também nos estudos preliminares que a maneira como o conteúdo área de figura plana surgiu não é abordadao nos livros adotados na rede pública de ensino. Há uma preocupação com as demonstrações, deixando de lado a interpretação das figuras e o pensamento intuitivo do educando, durante o processo de ensino; no entanto, “[...] cabe à Matemática do Ensino Médio apresentar ao aluno o conhecimento de novas informações e instrumentos necessários para que seja possível a ele continuar aprendendo. Saber aprender é a condição básica para prosseguir aperfeiçoando-se ao longo da vida”. (BRASIL, 2000, p. 41).

Em razão dessas considerações, constatou-se nos estudos preliminares que, de modo geral, o ensino das situações- problema nos livros de Ensino Médio não direcionam o aluno a ter autonomia. Não há uma preocupação explicita com as interpretações geométricas realizadas pelos aprendizes. Por ser comum o professor seguir o livro didático em sala de aula, neste trabalho, procura-se desenvolver um material didático que auxilie o professor a simular em sala de aula um ambiente de descoberta mediante as situações didáticas olímpicas no condizente ao EM ou até mesmo 9º Ano (depende do contexto do educando, incluindo o professor e a escola).

5.2 Escolha das Variáveis Globais

Serão mostrados, em síntese, na dimensão didática, as razões identificadas nos estudos preliminares que podem justificar situações didáticas olímpicas em relação a questões extraídas da OBMEP. Para isso, se fez necessário, após as observações e constatações, revelar as razões identificadas nos estudos preliminares no concernente: a abordagem do estudo da Geometria nos livros didáticos; a revelação das concepções dos participantes através das conversas na fase inicial do trabalho; e constatação da realidade dos alunos de EM das três escolas, nas quais os licenciandos atuavam, mediante aplicação de dez questões de Geometria.

Na dimensão didática associada ao funcionamento do sistema de ensino e da abordagem da Geometria na Educação Básica, quanto ao ensino de área de figuras planas, por meio de sequências de ensino, foram ressaltados os aspectos a seguir expressos.

- Explicitação da mudança estrutural da aula, quando o professor optar por utilizar nas aulas de Matemática a TSD.
- Posicionamento dos participantes quanto ao estudo de área de figuras planas, o qual é o conteúdo trabalhado nas situações didáticas olímpicas.
- Estruturação do desenvolvimento do trabalho em sala de aula, o qual se utilizam o quadro de giz e escritos com lápis ou caneta em folha de papel-ofício, propondo questões da OBMEP, tendo como referência definições formais contidas nos livros apresentados na Figura 10 ou em outros livros, em que os participantes optaram por efetuar suas pesquisas, com o intuito de aprimorar seus conhecimentos no desenvolvimento do processo das situações didáticas olímpicas.
- Não reconhecimento, pelo futuro professor, de que a maneira de explicar os conteúdos matemáticos deve estar diretamente relacionada com o entendimento viável por parte do aluno.
- Falta de uma metodologia de ensino que estimule o aluno a querer aprender Matemática.

A análise dos pontos há pouco reproduzidas permite determinar as variáveis globais que devem ser consideradas na concepção da sequência.

5.2.1 Referencial

Teoria das Situações Didáticas – a escolha desta metodologia de ensino tem como objetivo controlar constatações da dimensão didática referente à construção do material didático, do ponto de vista experimental, em problemas olímpicos oriundos da OBMEP.

Visa, também, a investigar as concepções dos participantes em relação ao estudo da Geometria e, posteriormente, das situações didáticas olímpicas, desenvolvendo a autonomia do aluno. “O ensino tem por objetivo principal o funcionamento do conhecimento como produção livre do aluno.” (BROUSSEAU, 2008, p . 89). Ou seja, o aluno desenvolve-se desde a produção de uma resposta, baseado em seus conhecimentos prévios e vivência de mundo. Essa resposta, no momento, faz sentido, contudo, ela poderá ser validada ou não.

5.2.2 Ambiente de realização

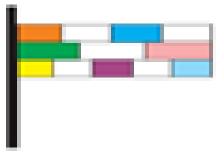
Optou-se pelas Situações Didáticas Olímpicas quanto ao estudo de área de figuras planas em um ambiente de papel, lápis ou caneta e uso do quadro de giz. Considera-se que os participantes têm potencial para, durante sua prática docente, criar condições de mudança quanto à condução das aulas de Matemática com aplicação da SDO, que venha a provocar no aluno o surgimento de suas conjecturas, tornando-o, assim, um sujeito autonômo. Esta escolha propõe-se controlar as constatações da dimensão didática. Esse ambiente retrata, segundo o relato dos participantes, as características das escolas onde eles atuam no subprojeto Matemática UFC.

Ademais as atividades, a princípio, foram realizadas em trio e posteriormente em dupla. Esta escolha favoreceu um ambiente de discussão, construção e de interação dos sujeitos que fazem parte da pesquisa.

5.2.3 Formato de entrega das Situações Didáticas Olímpicas (SDO)

Optou-se entregar os problemas olímpicos subjetivos, isto é, com questões abertas, impressos, com o intuito de otimizar o texto e garantir a transcrição correta dos escritos e a construção das SDOs. O processo de escolha teve uma intenção didática baseada na realidade dos educandos de cada escola, onde os participantes atuam. Se cada problema olímpico viesse com a resposta, provavelmente, o aluno seria conduzido a marcar uma resposta simplesmente por marcar. Presume-se que não haveria uma intenção, por parte do aluno, de realmente tentar resolvê-la. Portanto, a atividade seria sabotada. Por exemplo, observe a situação-problema a seguir.

As três faixas horizontais da bandeira ao lado têm mesmo comprimento, mesma altura e cada faixa é dividida em partes iguais. A área total da bandeira é 900 cm^2. Qual é a soma das áreas os retângulos brancos?



a. 300 cm^2.
b. 370 cm^2.
c. 375 cm^2.
d. 450 cm^2.
e. 600 cm^2.

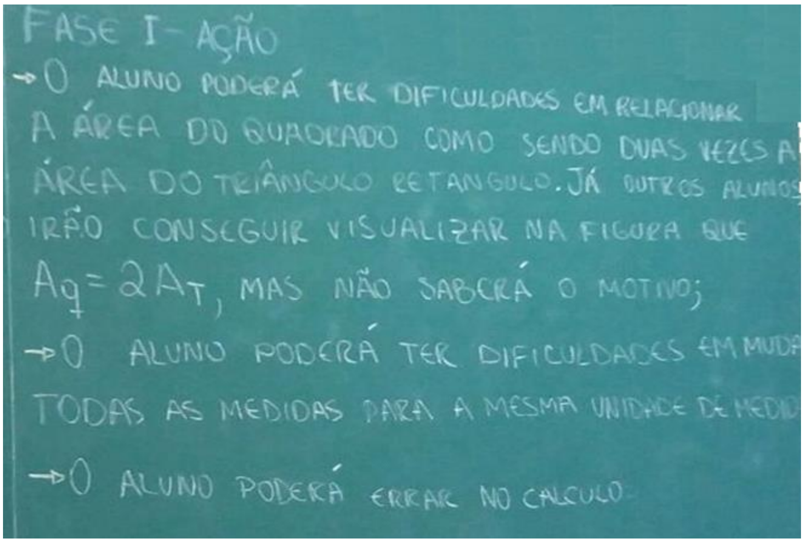
O aluno seria induzido a fazer 900 cm^2(área total) : 3(quantidade de faixas) = 300 cm^2. O que não é verdade. Ver resolução na seção 5.4 da experimentação da EDD.

5.2.4 Modo de coletar os dados

Em comum acordo os participantes, eles preferiram que os encontros fossem fotografados evitando a foto deste, mas sim da situação no quadro de giz, conforme Figura 16. Ainda foram realizadas gravações do encontro em áudio (registro das falas) e vídeo (registro da construção da SDO) e também procedidos registros escritos do material didático, em conformidade com a Figura 17.

Nesse viés, de coleta de dados, foi necessário diversos períodos de observação. Na visão de Lakatos (2003, p.190), observação é "[...] uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar". Seguindo o pensamento do renomado pesquisador pode-se dizer que o meio utilizado foi de uma observação sistemátrica, ou seja, estruturada com observações individuais, por duplas e em equipe.

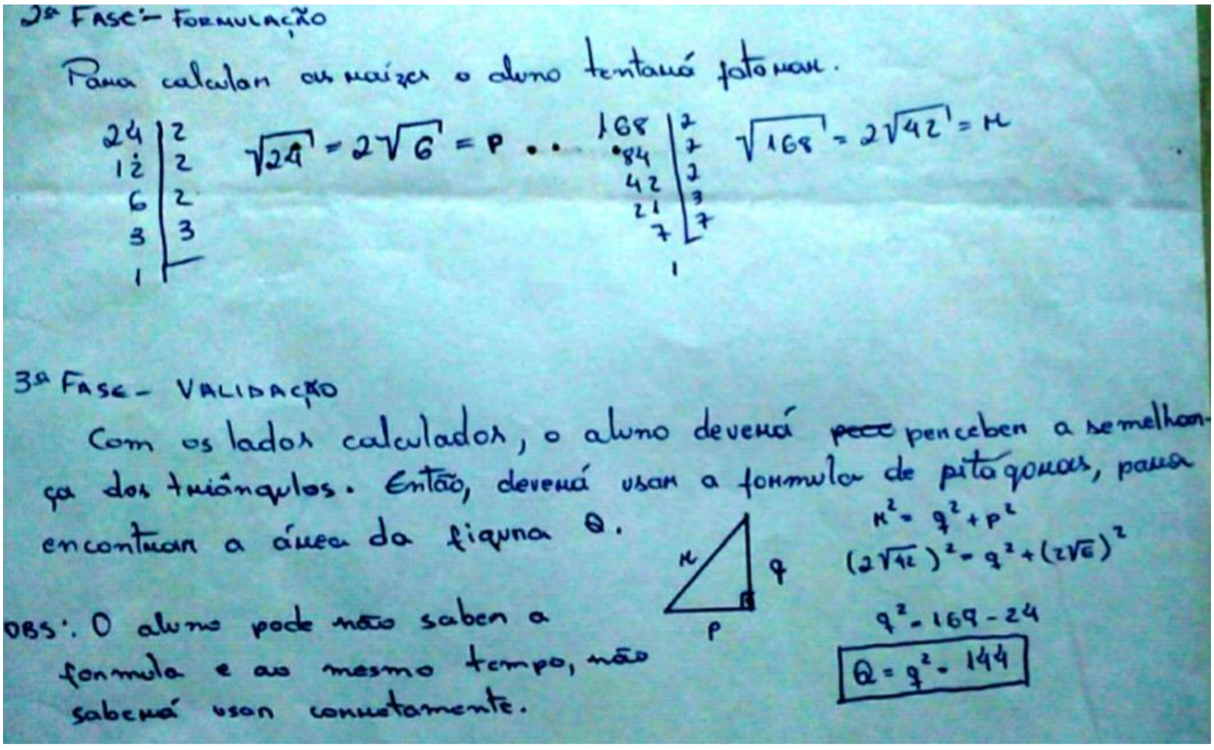
Figura 17 – Foto da construção do material didático



Fonte: Acervo próprio (2017).

A figura 17 mostra a preferência dos participantes em fazer uso do quadro de giz, ao invés do quadro branco. Evidencia também a exposição da construção da SDO organizada por uma determinada dupla e apresentada ao grupo, configurando o firmamento de aplicaçãoda TSD. Revela ainda, a preferência pelos escritos e a reserva quanto a aparência, uma vez que optaram por não tirarem fotos envolvendo o sujeito (pibidianos).

Figura 18 – Escrito do material didático



Fonte: Acervo próprio (2017).

Por outro lado, a figura 18 demonstra que o grupo constroe o pensamento matemático coerentemente, inclusive há uma preocupação em detalhar para que o grupo de observadores, isto é, os demais participantes entendam. No entanto, é notório que não há uma preocupação com as unidades de medidas. Numa sala de aula futuramente, tal fato poderá conduzir o aluno do EM a não utilizar as unidades de medidas.

As figuras 17 e 18 revelam que houve registro da coleta de dados. A seguir serão descritos o local e o público da pesquisa.

5.2.5 Local e Público da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal do Ceará (UFC) e os encontros foram efetivados no *Campus* do Pici, Departamento de Matemática. Os participantes da pesquisa são universitários do curso de Licenciatura em Matemática, que fazem parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência Subprojeto Matemática[5].

Ocorreram 12 encontros, de 1h 30min de duração cada qual. Esses encontros foram concluídos nas seguintes sextas-feiras: 20 e 27 de janeiro, 03, 10 e 17 de fevereiro, 03, 10, 24 e 31 de março, 02 de junho, 15 e 22 de setembro de 2017. Dos primeiros encontros, participaram 13 pessoas, mas ao longo dos encontros, dez pessoas se fizeram presentes e desenvolveram o trabalho, havendo mudança em três participantes. Esses últimos, estavam trabalhando no horário e, portanto, num determinado período foram substituídos.

Dos dez licenciandos que comuseram a pesquisa, pois, seis eram do sexo masculino, sendo que três estavam concluindo o curso de Licenciatura em Matemática e quatro do sexo feminino. A idade não foi indagada, no entanto, em relato nas conversas, estima-se em média 20 anos. Quatro participantes eram novatos no grupo, isto é, tinham sido selecionados no semestre em curso. Os demais estavam no PIBID há acerca de dois anos. Os participantes foram identificados com nome fictícios de A, B, C, D, E ,F ,G, K, H, L e posteriormente em duplas foram numerados de dupla 1, 2, 3, 4 e 5.

Os participantes foram agrupados em dupla da seguinte maneira: dupla 01, participantes A e D; dupla 02-participantes C e H; dupla 03-participantes B e K; dupla 04-participantes F e G; dupla 05-participantes E e L. Nos meses de abril, maio e agosto, os encontros com os participantes não aconteceram, pois, as escolas solicitaram apoio destes para intensificar os diversos projetos nos quais interagem.

---

[5] Vale salientar que nenhum dos licenciandos possui alguma necessidade especial como também os alunos do EM acompanhados por eles.

Na próxima seção será abordada a análise *a priori* das atividades.

5.3 Descrição e Análise *a Priori* das Atividades

No contato inicial os participantes foram apresentados. Em seguida, foi evidenciado o objetivo da pesquisa, realizando-se também, uma palestra sobre a TSD. No segundo e terceiro encontros, houve o trabalho com os livros didáticos e, desde o quarto encontro, foram elaborados os materiais didáticos, com as situações didáticas olímpicas. Vale salientar que os participantes desenvolvem atividades, ou seja, mantêm contato com alunos de EM de três escolas de Fortaleza.

Os participantes foram divididos em três equipes e cada equipe recebeu um dos livros vislumbrados nas Figuras 10, 11 e 15. Nesta realidade, receberam como tarefa extrair dez questões de Geometria que, na visão deles, os alunos teriam condições de resolver com os questionamentos em mente: em sua visão, qual área da Matemática quase não é vista no Ensino Fundamental (EF) nas escolas públicas? Por quê? Quais conteúdos de Geometria os educandos do primeiro e do segundo ano do Ensino Médio (EM) deveriam saber?

Os participantes foram unânimes em dizer, antes de folhearem o livro, que a área da Matemática, a qual geralmente não é vista no Ensino Fundamental nas escolas públicas, é a Geometria, por estar no final do livro e, na maioria das vezes, não ser possível concluir a obra didática por "N" motivos, entre os quais podem ser citados: greve, falta de aluno ou professor e a não internalização de conteúdos por parte do aluno mediante o treino das atividades em casa.

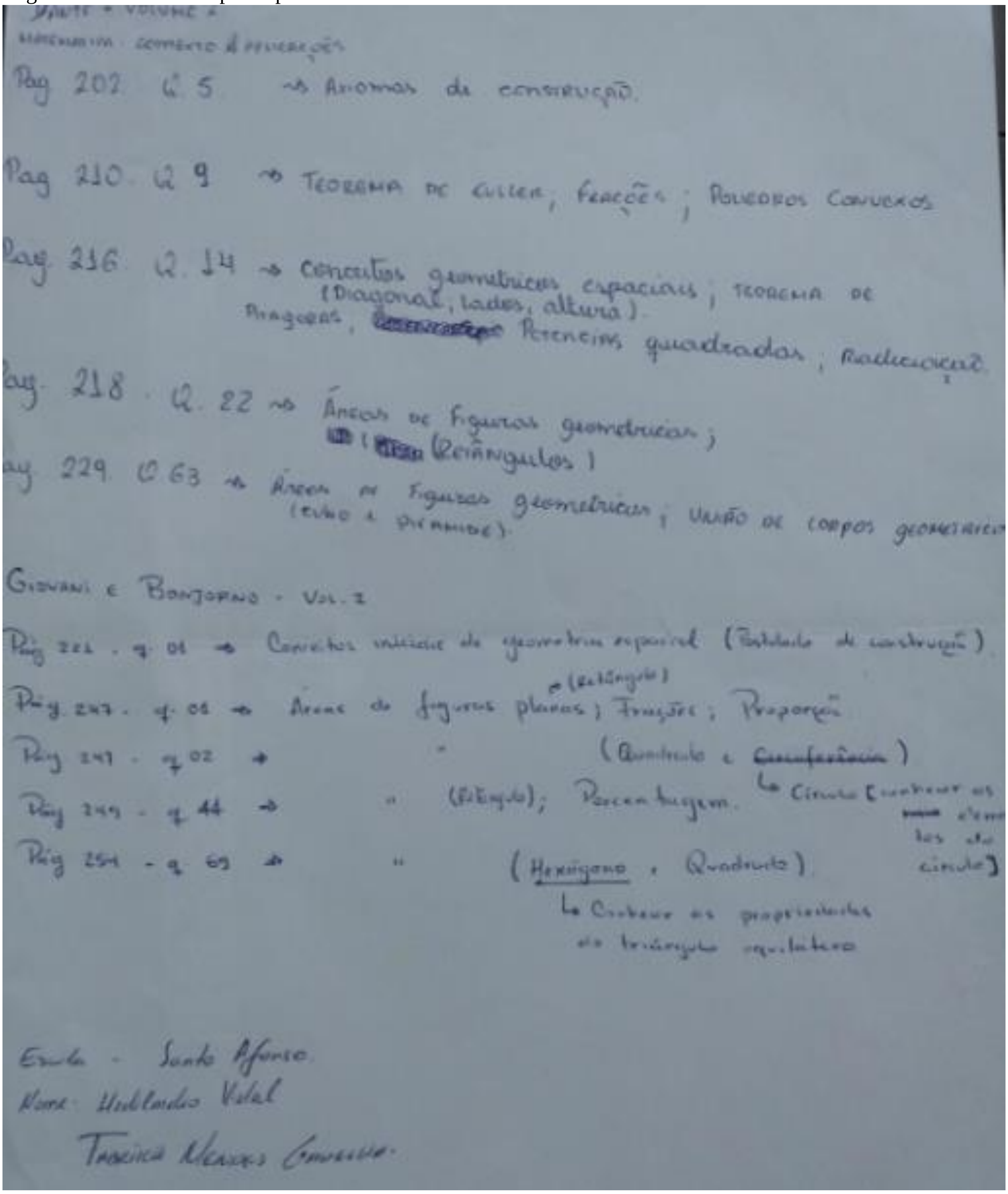
Foram uníssonos, ainda, em dizer que os conteúdos-figuras planas e corpos geométricos-eram bem diferenciados, área de figuras planas era sempre vista; logo, cada aluno do EM tinha obrigação de saber. Um dos participantes o (D) falou: *"se o professor explica, então é obrigação do aluno saber. Não me preocupo em saber se o aluno aprendeu, me preocupo em ensinar e efetuar as demonstrações necessárias"*.

Nesse instante, se percebe que não há uma preocupação com o aprendizado do aluno, no entanto, cabe salientar que os participantes da pesquisa são estudantes em formação, cujos saberes pedagógicos estão ainda sendo constituídos (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

Após folhearem o livro, perceberam que suas concepções iniciais estavam equivocadas, uma vez que a Geometria não vem ao final do livro, mas sim intercalada nos diversos capitulos que compõem as obras.

Nesse viés, observaram que, no livro do nono ano, não havia a definição de área, mas sim algumas atividades sobre área de figuras planas; e nos livros de EM havia várias demonstrações, inclusive o participante B disse: *"o que é muito bom porque assim o aluno aprende. Gosto de demonstrar quando estou explicando. Então já gostei desse livro"*. Assim cada trio anotou os conteúdos de Geometria que os educandos do primeiro e do segundo anos do EM deveriam saber, conforme Figura 19.

Figura 19 – Escrita dos participantes



Pag 202 Q 5 → Axiomas de construção.
Pag 210 Q 9 → Teorema de Euler, frações; Poliedros convexos
Pag 216 Q 14 → Conceitos geométricos espaciais; Teorema de Pitágoras, (Diagonal, lados, altura). Potências quadradas, Radiciação
Pag 218 Q 22 → Áreas de figuras geométricas; (Retângulos)
Pag 229 Q 63 → Áreas de figuras geométricas; União de corpos geométricos (cubo e pirâmide).
Giovani e Bonjorno - Vol. 2

Fonte: Acervo próprio (2017).

Essa etapa deu início com os participantes resolvendo as questões escolhidas com a finalidade de observarem, por intermédio da resolução, o nível de complexidade das questões. Explica-se, contudo, aos participantes que o professor não deve acreditar que seu aluno terá condições de resolver determinadas questões, sem antes refutá-las para analisar na praticidade o índice de dificuldade (fácil, média e difícil); visto que o profissional deve relacionar a situação-problema com a realidade do seu aluno. Assim, terá condições de provocá-lo a aprender de maneira autônoma, ou seja,

> As concepções atuais do ensino exigirão do professor que provoque no aluno – por meio da seleção sensata dos "problemas" que propõe – as adaptações desejadas. Tais problemas, escolhidos de modo que o estudante os possa aceitar, devem fazer, pela própria dinâmica, com que o aluno atue, fale, reflita e evolua. (BROUSSEAU, 2008, p. 34-35).

Escolhidas as 30 questões (escolhas feitas pelo assunto área de figuras planas e sólidos geométricos), os pibidianos, foram respondê-las e perceberam que não eram tão simples quanto haviam imaginado, uma vez que, algumas não traziam somente aplicação de fórmulas, isto é, o respondente teria que raciocinar para respondê-la. Portanto, o professor não deve simplesmente oferecer questões aleatoriamente para seus alunos responderem. Faz-se necessária uma intenção didática (BROUSSEAU, 2008). Assim, os participantes tiveram a oportunidade de captar a ideia de que o professor tem uma grande responsabilidade diária com seus alunos, a qual ultrapassa a sala de aula e as explicações dos conteúdos (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

Após essa sequência de atividades em grupo, as equipes foram desfeitas. Houve, então, a votação de dez, entre as 30 questões, escolhidas inicialmente; a princípio, havia a certeza da resolução adequada por parte dos alunos. O critério de escolha se deu mediante um momento de debate para a escolha. Optaram por aplicar dez questões de área de figuras planas (ver Anexo A) que tiveram maior votação quanto às possibilidades de acerto consideradas como: fácil, média ou difícil. Ficando assim, 4 fácil, 4 média e 2 difícil. Tendo como critério de classificação o nível de dificuldade em resolvê-las.

Assim, após a discussão dos exercícios escolhidos, decidiram aplicar as dez questões de área de figuras planas nas escolas 1, 2, e 3 com os alunos, com quais, mantinham contato. Objetivavam ter clareza do nível dos alunos no EM. Afinal, [...] para ensinar uma noção científica em um dado nível de escolaridade, é necessário torná-la acessível aos alunos". (ALMOULOUD, 2011, p.193), com o propósito de desenvolver a autonomia citada por Brousseau (2008).

Portanto, para constituir as Situações Didáticas Olímpicas, seria necessária segurança por parte dos participantes para torná-las atingíveis pelos alunos. Então, realizaram uma investigação que concerne ao ensino da Geometria. Do ponto de vista de Ponte, Brocardo e Oliveira (2016, p. 82-83), o ensino da Geometria tem mundialmente perspectivado recomendações curriculares:

> As tendências curriculares atuais convergem ao considerar que essa área da Matemática é fundamental para compreender o espaço em que nos movemos e para perceber aspectos essenciais da atividade Matemática. Salienta-se [...] a importância de estudar os conceitos e objetos geométricos do ponto de vista experimental e indutivo, de explorar a aplicação da Geometria a situação da vida real e de utilizar diagramas e modelos concretos na construção conceptual em Geometria.

Os participantes, no ato da correção das questões (de conteúdos já vistos em séries anteriores) aplicadas, responderam às indagações: quem é meu aluno? Conhecem as fórmulas das área de figuras planas? Sabem aplicar as fórmulas? Apresentam dificuldade no conceito de área? Identificam corretamente as figuras planas? Sabem a diferença entre uma figura plana e um sólido geométrico? As respostas, por escola, encontram-se no Quadro 5.

Quadro 5 – Respostas por escola

ESCOLA DE EM	**RESPOSTAS**
ESCOLA 1 É posicionada no Centro de Fortaleza. Escola antiga com raízes. Dificuldade de parceria com a coordenação.	- nível inferior ao esperado. - conhece a fórmula da área do quadrado. - dificuldade de usar as fórmulas. - identificam as figuras planas e os sólidos geométricos. - confundem área com perímetro.
ESCOLA 2 Fica situada no Conjunto Ceará e possue uma coordenação entrosada, atuante e inovadora.	- nível um pouco abaixo do esperado. -conhece a fórmula da área do: quadrado, retângulo e trângulo. Desconhecem a fórmula do trapézio, losango e paralelogramo. - uma minoria apresenta dificuldade em usar as fórmulas. - identificam as figuras planas e os sólidos geométricos. -uma minoria confundem área com perímetro.
ESCOLA 3 É posicionada na Parquelândia, na qual foi percebida pouco entrosamento na gestão. Com um coordenador ativo e preocupado com o aprendizado dos alunos.	- nível demasiadamente inferior ao esperado. - desconhecem todas as fórmulas. - acentuada dificuldade em usar as fórmulas. - confundem as figuras planas com sólidos geométricos. - confundem área com perímetro.

Fonte: Elaboração própria (2018).

É evidenciado pelas respostas apresentadas o fato de que a concepção inicial, conteúdo ensinado é conteúdo aprendido, não é verídica. Os participantes ficaram pasmados. As respostas da Escola 2, contudo, evidenciam que os alunos do EM respondentes denotaram um nível diferenciado das demais instituições.

A Escola 3, pelas respostas computadas, expressou um quadro elevado de dificuldades. Baseado nesse público revelado por intermédio das três organizações educacionais localizadas em variados bairros da Capital cearense, as situações didáticas olímpicas foram construídas e posteriormente constituíram um material didático para que, no futuro, os professores de modo geral venham, caso queiram, a utilizá-lo.

Por conseguinte, os problemas olímpicos que compuseram as SDOs foram escolhidos pensando nessa clientela, retirando as opções de múltipla escolha, com vistas a ensejar ao aluno formular as respostas de acordo com suas conjecturas. Os participantes, de posse de cada questão, descreveram para cada fase da TSD ações, que supostamente, quando aplicadas futuramente em sala de aula os alunos poderão agir tal qual o esperado ou não. O material didático construído, no entanto, poderá facilitar pedagogicamente o trabalho docente.

Enfatiza-se que esse material inovador é um conjunto de situações-problema olímpicos subjetivos da OBMEP, os quais foram escolhidos com uma intenção didática. Em seguida, foram resolvidas à luz da TSD e denominadas de SDO. Estão escritos fisicamente com a intenção de dar suporte a todo e qualquer professor de Matemática que tenha a intenção de conhecê-lo e/ou aplicá-lo em sala de aula, porque em sala de aula, em alguns momentos

> [...] o professor é levado a raciocinar matematicamente de modo espontâneo ocorre quando os alunos formulam uma conjectura em que esse não havia pensado e que não é muito evidente. Num primeiro momento, o professor pode até ter dificuldade em compreender a ideia dos alunos e ter de reformular para si próprio a questão matemática com base nos elementos que lhe são apresentados. (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2016, p. 50).

Além do mais, esse material poderá ampliar as ideais do professor e este, por sua vez, vir a constituir outra SDO, pois, com o material didático das Situações Didáticas Olímpicas, o professor terá não só somente o momento da construção matemática, mas também, as possíveis ações antes, durante e depois da resolução da questão propriamente dita por meio das etapas da TSD.

Na verdade, esse material didático servirá de apoio ao professor que almeje desenvolver em sala de aula um trabalho com problemas olímpicos ou simplesmente queira evidenciar que nem sempre os problemas olímpicos são complicados e de custosa compreensão. Isto porque, “[...] é mesmo impossível antever todas as explorações que podem surgir a partir de uma tarefa matemática verdadeiramente aberta e estimulante.” (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2016, p. 50).

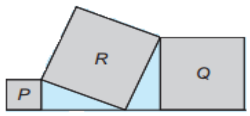
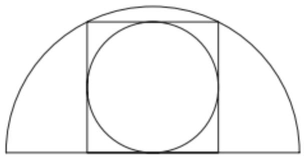
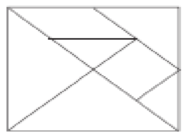
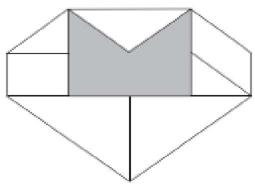
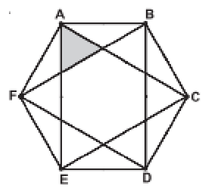
A seguir tem-se o quadro 6, com cinco problemas olímpicos, com seus respectivos objetivos, os quais serão transformados pelos participantes em SDO para apoiar pedagogicamente os professores em geral. Os objetivos propostos são intencionais baseados no contexto do aprendiz. Nesse contexto está incluso o professor e a escola com sua respectiva realidade.

Vale salientar que a princípio os estudantes desconhecem as situações-problema como questões da OBMEP. O professor está com uma intenção, porém não é revelada ao educando. Uma vez que cabe ao professor o compromisso de oferecer aos discentes um ambiente situacional de construção do conhecimento matemático. Em razão disto, D'Ambrósio (2001, p.46) ensina que

> [...] está pelo menos equivocado o educador matmático que não percebe que há muito mais na sua missão de educador do que ensinar a fazer continhas ou a resolver equações e problemasabsolutamente artificiais, mesmo que, muitas vezes, tenha a aparência de estar se referindo a fatos reais.

Sendo assim, os discentes merecem um olhar seguido de atitudes por parte do professor que os instigue a buscar o conhecimento matemático de forma autônoma, enxergando a Matemática como uma ciência que está em constante ascenção e construção.

Quadro 6 – Exposição de problema olímpico

OBJETIVO	**SITUAÇÃO PROBLEMA**[6]
Revisar o conteúdo área do retângulo, dando um sentido diferente do "aprendido" em atividades de anos anteriores, de modo a favorecer no aluno a descoberta do contexto parte/ todo.	1. As três faixas horizontais da bandeira ao lado têm mesmo comprimento, mesma altura e cada faixa é dividida em partes iguais. A área total da bandeira é 900 cm^2. Qual é a soma das áreas dos retângulos brancos? 
Revisar o conteúdo do Teorema de Pitágoras através da utilização congruência e semelhança de triângulos no processo de investigação para encontrar a área do quadrado.	2. Na figura, as áreas dos quadrados P e R são iguais a $24cm^2$ e $168cm^2$, respectivamente. Qual é a área do quadrado Q? 
Revisar área de círculo e semicírculo e a função dos respectivos elementos do círculo.	3. O quadrado da figura está inscrito no semicírculo e o círculo está inscrito no quadrado. O círculo tem área igual a 10 cm^2. Qual é a área do semicírculo? 
Revisar área de triângulo para em seguida calcular a área da figura sombreada.	4. A figura I mostra um quadrado de 40 cm^2 cortado em cinco triângulos retângulos isósceles, um quadrado e um paralelogramo, formando as sete peças do jogo Tangran. Com elas é possível formar a figura II, que tem um buraco sombreado. Qual é a área do buraco?  Figura I  Figura II
Assimilar conceitos do hexágono regular, classificação de triângulos quanto aos lados e congruência de triângulo.	5. A área do hexágono regular ABCDEF é 45 cm^2. Qual é a área do triângulo sombreado? 

Fonte: Elaboração própria (2018).

[6] Nessas situações-problema, o nível 2 refere-se aos alunos de 8º e 9º ano; o nível 3 aos alunos do EM.

Este momento, denominado por Brousseau (2008) como devolução, antecede as quatro fases da TSD, visto que é um trabalho individual do professor, onde ele irá escolher a situação para apresentá-la aos alunos, no entanto, não pode ser qualquer uma. Esta, por sua vez, cobra ao professor [...]

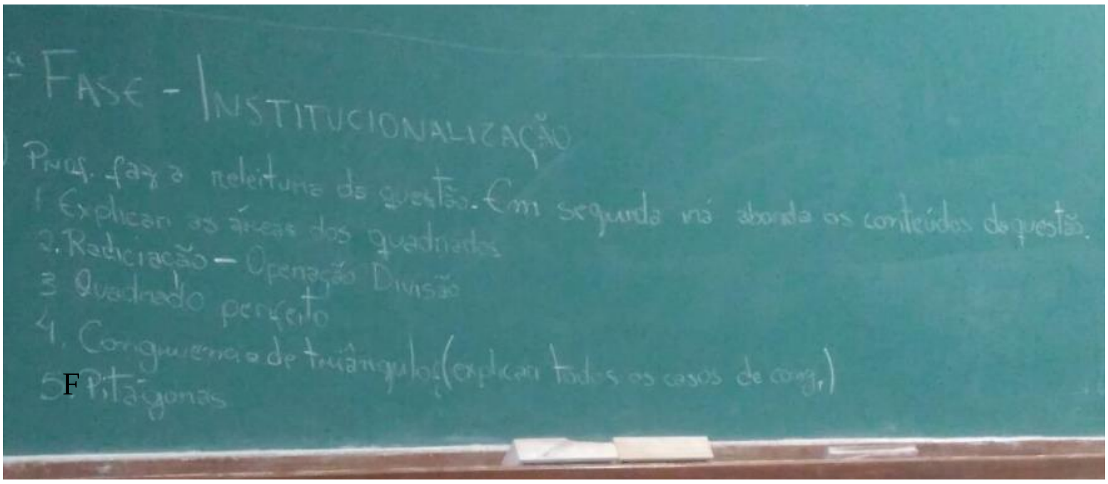
> que provoque no aluno as adaptações desejadas, por uma escolha judiciosa dos problemas que lhe propõe. Estes problemas, escolhidos de forma a que o aluno possa aceita-los, devem levá-lo a agir, a falar, a refletir, a evoluir por si próprio. Entre o momento em que o aluno aceita o problema como seu e o momento em que produz sua resposta, o professor recusa-se a intervir como proponente dos conhecimentos que pretende fazer surgir. (BROUSSEAU, 1986, p. 49).

Os participantes optaram por utilizar, na maioria dos objetivos (Quadro 6), o verbo revisar, uma vez que os conteúdos apresentados nos problemas foram pelo livro didático mostrados e, consequentemente, já vistos no EF. A partir daí, realizaram a experimentação na construção do material didático, o qual será abordado na seção posterior.

5.4 Experimentação

Nessa fase, foram aplicadas dez atividades e cinco analisadas e comentadas para o aprofundamento de conceitos de Geometria referente a área de figuras planas na construção das situações didáticas olímpicas pelos participantes. O critério de escolha se deu pelo fato de as questões terem figuras. Para cada uma das etapas de construção da SDO, foi pinçada, em caráter voluntário, a dupla participante. Solicitou-se que escrevessem no quadro giz (Figura 20) com intuito de ser visualizado pelos demais do grupo e, desde então, fossem oferecidas sugestões de acréscimo ao desenvolvimento da construção.

Figura 20 – Escrita dos participantes

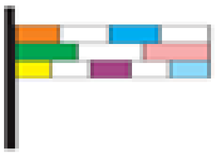


Fonte: Acervo próprio (2017).

Vale ressaltar que as Situações Didáticas Olímpicas construídas, as quais estão descritas a seguir, foram problemas extraídos do sítio da OBMEP e a resolução envolvendo as quatro fases da TSD foi efetivada pelos participantes em dupla (quadros 7, 9, 11, 13 e 15) com mediação da pesquisadora, em que foi possível a construção, em virtude das observações e registro dos encontros.

PROBLEMA 01 - OBMEP- 2016 – NÍVEL 02 :

As três faixas horizontais da bandeira ao lado têm mesmo comprimento, mesma altura e cada faixa é dividida em partes iguais. A área total da bandeira é 900 cm^2. Qual é a soma das áreas os retângulos brancos?



Vale ressaltar que o problema 01 foi escolhido por abordar área de figura plana e por ter uma figura. É provável que o estudante sinta-se estimulado a resolver uma situação-problema quando acompanhado de figura. Por outro lado pretende-se mostrar que um problema de área pode ser resolvido sem o uso de fórmulas de área. É almejado ainda que o aprendiz sinta-se desafiado, mas não considere a situação-problema difícil.

Quadro 7 – Construção da primeira SDO

ETAPA DA TSD	**TRANSCRIÇÕES DOS PARTICIPANTES DUPLA 01**
Ação É o momento da comunicação verbal a procura de uma estratégia pelos alunos.	*-leitura da questão em dupla;* *-primeiro contato com a situação ler e observa a figura;* *-utilização dos conhecimentos anteriores para verificar as informações contidas nas faixas;* *-contagem dos retângulos brancos;* *-alguns sentirão necessidade de falar um número aleatoriamente, mas descobrirão que essa estratégia não é viável;* *-outros lembrarão da fórmula mentalmente e conversará com seu parceiro;* *- outros sentirão a necessidade de escrever as fórmulas;* *- pensarão em um número para propô-lo a turma.*
Formulação É o momento dos rabiscos. Isto é, o aluno utiliza algum modelo matemático.	*- estruturação do modelo matemático;* *- irão montar uma estratégia válida ou não;* *-acontecerá o debate com o parceiro para convecê-lo;* *-deverão ter em mente que só a solução não é viável. É necessário explicitar como chegou à resposta.*
Validação É a fase em que o aluno tenta explicar a turma o seu modelo matemático e procura convencê-los de que o modelo apresentado é o correto.	*-o aluno apresenta a turma seu modelo matemático tentando convencê-los, respondendo as indagações da turma;* *-uma saída seria dividir a área total pela quantidade de faixas. Em seguida, observar em cada faixa em quantas partes o inteiro foi dividido. E dividir o valor de cada faixa pela quantidade de partes. Verificar a quantidade de branco e multiplica-los;* *-adicionar os três valores.*
Institucionalização É a fase de finalização. Nessa etapa o professor irá expor a turma os conhecimentos relevantes citados pelos alunos para resolver a situação. Dirá a relação existente com outros conhecimentos e saberes internalizado anteriormente pelos alunos. Também irá informa-los o porque que algum modelo não foi validado.	*-o professor indaga a turma“o modelo matemático está correto”?;* *- apresentar outra maneira de resolver;* *- falar dos erros, intensificando as operações básicas de adição, multiplicação, divisão e fração;* *-explicitar que não precisou da fórmula para resolver a questão;* *-falar que a questão é um problema olímpico.*

Fonte: Elaboração própria (2018).

Após a explanação, a dupla foi indagada a esclarecer algumas pendências que não ficaram evidenciadas no quadro e, posteriormente, os demais participantes. Então, houve um momento de debate seguido de algumas sugestões.

Pesquisadora: *como vocês acreditam que um professor de Matemática poderá aplicar essa SDO numa classe de alunos com um nível demasiadamente inferior ao esperado? Ou seja, como incentivá-los a aceitar a questão e buscar estratégias?*

Participante A: *A princípio pensamos nos alunos da Escola 3. Acreditamos que provavelmente nesse instante o professor deverá sensibilizar seus alunos e fazer um contrato* *didático.O professor, nesta situação específica irá proporcionar ao educando uma competição para que este aceite a responsabilidade das consequências em resolver a situação. No intuito de efetuar a sensibilização o professor poderá optar por transformar a questão em um jogo. Então montamos um jogo. As regras do jogo: "Quem primeiro irá dizer corretamente a soma das áreas dos retângulos brancos da bandeira"? Este será o vencedor.*

***Regra n.1** – O jogo será realizado em dupla;*

***Regra n.2** – Cada dupla ao chegar ao número escolhido fala em voz alta:- Encontrei! Em seguida, fala o número e explica aos demais como chegou a esse número. Uma dupla por vez;*

***Regra n.3** – Só existe uma resposta correta. O primeiro que chegar à resposta correta e explicá-la de modo que os colegas aceitem a resposta é o vencedor.*
O professor diz: que o jogo comece.

Pesquisadora: *vocês pensaram em algum modelo matemático inválido? Qual?*

Participante D: *Sim. Por exemplo, dizer um número aleatoriamente. Uma outra estratégia seria tentar resolver utilizando a fórmula de cálculo de área do retângulo A = b . h , onde A é igual a área, b é a base e h é a altura do retângulo. Com o modelo matemático descrito a seguir.*

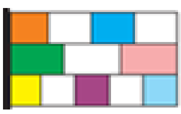
Quadro 8 – Modelo matemático não validado

Dados: *A= 900 cm^2* *h = 3 cm* *b = ?*	*Assim, pela a fórmula tem- se: 900 cm^2 = **b** . 3 cm $\Longrightarrow$ b = $\frac{900\ cm2}{3\ cm}$ $\Longrightarrow$ **b** = =300 cm.* *Assim, a base é a resposta o que não é verdade. Então, o modelo será invalidado porque supostamente alguns alunos dirão: mas ,e os buracos?*

Fonte: Elaboração própria (2018).

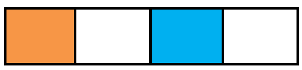
Pesquisadora: *Qual o suposto modelo matemático válido?*

Dupla 1: *Como primeiro passo a dupla de alunos irá fazer a divisão abaixo. E depois irão explicar a turma como chegarão à resposta e também porque desejam continuar jogando.*



900 | 3
00 300
(0)

Olha, a gente pegou o novecentos do todo e dividimos pela quantidade de faixas que são três. Agora, a primeira faixa foi dividida em quatro partes. Há dois retângulos brancos. Com esse esquema a dupla efetuará a divisão e respectivamente a multiplicação.



300: 4 = 75. 2 = 150.

A segunda faixa foi dividida em três partes. Existe um retângulo branco. De posse desse esquema ele poderá efetuar uma divisão e depois a multiplicação.

***300: 3 = 100. 1 = 100**.*

A terceira faixa foi dividida em cinco partes. Existem dois retângulos brancos. Com esse esquema eles provavelmente poderão calcular :

***300: 5 = 60. 2 = 120**.*

A resposta final será a adição dos três resultados anteriores: **150 + 100 + 120 = 370.**

Pesquisadora: *E os demais participantes? Alguma sugestão?*

Participante B: *Sim. A comunicação é essencial no momento que irá convencer os demais que o seu modelo é apropriado para a questão.*

Participante C: *Caso a turma diga sim, então o modelo matemático foi aceito pelo grupo. Se aceito for, então o professor segue para fase seguinte dando os parabéns a dupla ganhadora. Se não, deverá retomar esta fase, fazendo a intermediação. Tipo: o que vocês sugerem? Observaram a quatidade de retângulos?*

Participante F: *Na segunda fase, algumas duplas irão errar o algoritmo da divisão. Diante do cenário de erro eles deverão ser motivados a continuarem jogando. Nesse momento o professor poderá solicitar ao outro membro da dupla para explicá-lo a divisão por desenhos. Neste momento provavelmente o professor poderá motivá-los também solicitando que façam a divisão como se fossem distribuição de dinheiro.*

Participante K: *Na quarta fase, que é da responsabilidade do professor, poderá abordar o algoritmo da divisão e efetuar diversas indagações do cotidiano do aprendiz para que os presentes respondam, conduzindo o aluno a adquirir autonomia. O professor terá opção de evidenciar a necessidade da turma em interpretar a figura. Conduzi-los a compreender que não foi necessário o uso da fórmula do retângulo para resolver a questão. Bastou saber resolver a operação divisão e multiplicação. Portanto, a questão é fácil. Nem parece de olímpiada, mas é.*

Pesquisadora: *Vocês acreditam que o desenvolvimento desse trabalho está contribuindo de alguma forma para o aprendizado de vocês?*

Participante L: *Claro, professora. Aqui na Matemática não tem uma cadeira de didática, fazendo essa explicação. O professor passa a questão, que às vezes, ele mesmo não resolveu ainda, e nós temos que resolvê-la. Estou enxergando de forma diferente. Antes desse trabalho achava que era responsabilidade exclusiva do aluno aprender. Hoje vejo que é minha responsabilidade de acordo com a minha maneira de ensinar.*

Diante do exposto, concorda-se com Almouloud (2016), quando relata que nessa situação, a intenção de ensinar não é expressa ao aluno, no entanto, esta, por sua vez, foi imaginada, planejada e constituída pelo profissional, ou seja, o professor, com o intuíto de oportunizar um ambiente favorável à apropriação do novo saber, no qual o professor tem a intenção de ensinar.

Assim, presume-se que o objetivo do problema 1 foi atingido. Durante a construção da primeira SDO, foram identificadas como variáveis didáticas[7]:

- o caminho percorrido para chegar ao número solicitado;
- a escolha de um jogo que propicie ao aluno uma situação de envolvimento que implica em comprometimento para chegar a solução, ou seja, a soma das áreas dos retângulos brancos;
- a escolha de uma situação- problema desafiadora para o nível do educando que permita-o interpretar os dados relevantes, refletir sobre a construção da estratégia viável a solução, expor e ouvir os argumentos dos demais colegas da turma para a tomada de decisão e o debate.

As estratégias que ocorreram na SDO 1 foram:

E1: por tentativa e erro o estudante ensaiou várias possibilidades para chegar a soma das áreas;
E2: a utilização da fórmula de área do retângulo como possibilidade para chegar a solução;
E3: a utilização do algoritmo da multiplicação e divisão como significado para a compreensão da soma das áreas dos retângulos brancos.

Com efeito, esta SDO procurou identificar as possíveis ações que os alunos de EM realizam para encontrar a resposta diante do problema 1.Também buscou identificar problemas olímpicos que abordem área de figuras planas (retângulo) e investigar as concepções dos participantes na construção das Situações Didáticas Olímpicas (SDO).

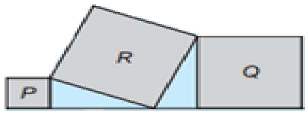
Dessa forma, é proposta uma maneira inovadora, para o contexto apresentado pelas escolas, de abordar uma situação-problema em sala de aula, principalmente problemas olímpicos sem que haja uma competição ou até mesmo que o aluno sinta-se incapaz.

A seguir será desenvolvido a SDO 2.

[7]Segundo Gálvez (1996), variáveis didáticas são aquelas para as quais as escolhas de valores provocam modificações nas estratégias de resolução de problemas. Essa pesquisadora evidencia a importância da determinação dessas variáveis para fundamentar a construção das situações didáticas olímpicas, que permitirão ao professor desenvolver um trabalho pedagógico em sala de aula e o surgimento do conhecimento almejado.

PROBLEMA 02 - OBMEP- 2016 – Nível 03 :

Na figura, as áreas dos quadrados P e R são iguais a 24 cm^2 e 168 cm^2, respectivamente. Qual é a área do quadrado Q?



Na construção de uma SDO, contudo, o professor, antes de apresentar a situação-problema à turma, deve ter planejado antecipadamente uma estratégia estimuladora. Sendo assim, a dupla 2 declarou que o professor poderá

> *[...] levar o desenho para a classe em partes e dizer que construiu aquele desenho pensando neles. E evidenciá-los que acredita ser essa questão a cara deles(alunos). Em seguida, mostra o desenho do jeito que está evidenciado na questão e separa por figura. E diz: agora prestem bem atenção! Nesse momento junta os dois quadrados menores e coloca em cima do terceiro quadrado. Como vocês acham que é possível? Atravéz de mágica? Não! Isso é Matemática. Interessante, não! Vamos descobrir como isso é possível? Para explicar como é possível vocês irão de forma individual ler a questão e procurar resolvê-la. A regra é você sem fazer perguntas encontrar uma solução e explicá-la de forma correta.*

É pertinente ressaltar o fato de que, esse relato expressa o desenvolvimento profissional na constituição da identidade docente. Ainda evidencia que os participantes, ou seja, futruros professores de Matemática passaram por um processo de constituição e formação, à medida que foram modificando a concepção que tinham do estudante do EM. Nesse contexto de formação e posterior mudança de concepção, Fiorentini e Castro (2003, p. 124) relatam que

> O desenvolvimento profissional do professor, portanto, “acontece nos múltiplos espaços e momentos da vida de cada um, envolvendo aspectos pessoais, familiares, institucionais e socioculturais” e que pode ser evidenciado a partir da evolução da qualidade de seu trabalho, do avanço de seus conhecimentos, da capacidade de produzir inovações ou atualizações em sua prática docente. Ou seja, é um processo complexo que “não é isolado do restante da vida” e envolve o professor como uma totalidade humana permeada de sentimentos, desejos, utopias, saberes, valores e condicionamentos sociais e políticos.

O relato evidencia a preocupação em mostrar a situação-problema de forma atrativa aos olhos do adolescente, de talforma que este sinta-se motivado em aceitar e tomar a responsabilidade para si de resolução.

Quadro 9 – Construção da segunda SDO

ETAPA DA TSD	TRANSCRIÇÕES DOS PARTICIPANTES DUPLA 02
Ação É o momento, (ALMOULOUD, 2007), do aluno agir sobre a situação e ela lhe retornar informações sobre sua ação.	*Os alunos irão:* *- ler com empolgação.* *- lembrar do conceito de área;* *- lembrar da fórmula do quadrado;* *- interpretar a figura;* *-observar que na figura tem dois triângulos retângulos;* *- lembrar do Teorema de Pitágoras (alguns);* *-relacionar mentalmente o valor da área de cada quadrado com seus respectivos lados;* *-idealizar o lado dos quadrados P e R respectivamente.*
Formulação É a fase em que o estudante troca informações com os demais colegas da turma.	*Requer do aluno:* *-estruturação de um modelo matemático válido ou não;* *- percepção que os triângulos retângulos podem ser congruentes;* *- assumir que os triângulos são congruentes;* *-utilização do conceito de área para encontrar o lado do quadrado Q;* *-sentir necessidade de escrever o modelo matemático.*
Validação É a fase em que o educando deve mostrar a validade do modelo matemático criado por ele.	*A estruturação do modelo será escrito no quadro 10.*
Institucionalização É a etapa em que o professor fala explicitamente sobre todos os conteúdos envolvidos na SDO.	*O professor deverá:* *- fazer a leitura da questão;* *-indagar "o que tem de errado com o primeiro modelo apresentado"?* *-escutá-los;* *-dar uma finalização, dizendo que realmente o aluno 3 acertou e dizer os motivos pelos quais os alunos 1 e 2 não concluíram a resolução;* *- fazer uma abordagem dos conteúdos envolvidos na resolução da situação - área de quadrado, número quadrado perfeito, operações com radicais, congruência de triângulos e Teorema de Pitágoras (Figura 19 e 20).*

Fonte: Elaboração própria (2018).

Pelas possíveis ações que os participantes relataram referente a SDO 2 é possível tornar o ambiente acolhedor, instigar a autonomia do educando do EM e resolver um PO sem pensar na situação como difícil ou complicada e ainda instigar o pensamento matemático. Percebe-se que,

> O papel a ser desempenhado pelo professor numa sala de aula é o tornar o caminho entre a matemática e os alunos o mais curto possível. Cabe ao professor, colocar se o suficientemente perto de ambos, matemática e alunos para, atingir a missão de conduzir a matemática até aos alunos ou de levar os alunos até a matemática.(OLIVEIRA; BAYER, 2011, p. 2).

Conduzir o aprendiz a ver a Matemática em movimento, ou seja, sem está pronta e acabada não é tarefa simples ao professor, no entanto, não é impossível. É uma atitude digna de reflexão e planejamento. A seguir serão esboçados os modelos construídos pelos participantes.

Quadro 10 – Modelos matemáticos

Nº	**MODELO MATEMÁTICO**
01	*Um aluno poderá raciocinar assim:* *Área do quadrado P = 24 cm², então para encontrar o lado irei calcular a raiz de 24 cm². Mas,* $\sqrt{24} = \sqrt{4 . 6} = 2\sqrt{6}$ *. Não é exata.* *Área do quadrado R = 168 cm², então para encontrar o lado irei calcular a raiz de 168 cm². Mas a* $\sqrt{168} = \sqrt{4 . 42} = 2\sqrt{42}$ *. Também não é exata.* *Esse aluno por enquanto está com a aprendizagem em desequilíbrio.*
02	*Um segundo aluno poderá pensar:* *-da mesma forma que o primeiro e dar continuidade, dizendo encontrei a resposta. Ou seja,* $\sqrt{24} = \sqrt{4 . 6} = 2\sqrt{6}$ *e* $\sqrt{168} = \sqrt{4 . 42} = 2\sqrt{42}$*, então* $(2\sqrt{42})^2 = (2\sqrt{6})^2 + x^2$ *. Assim,* $168 = 24 + x^2$ *, então* $x^2 = 168 – 24 = 144$*. Mas, a turma não entenderá e ele não saberá argumentar. Pelo fato de não convencer a turma seu modelo matemático não será validado pelos demais.*
03	*Um terceiro aluno poderá ir adiante e dizer em voz alta:* *- encontrei a resposta. E ao lembrar que o Teorema de Pitágoras é " a soma dos quadrados das medidas dos catetos é igual ao quadrado da medida da hipotenusa". E pensar: Ah! Área de R é igual área de **P** acrescido da área de **Q**. Então, **Q = R – P.** Já sei. Será 168 - 24 = 144.* *provavelmente esse educando irá convencer os demais utilizando semelhança de triângulo. O educando desenha a Figura 20, fazendo as relações dos lados e ângulos e a analisa. A partir de então, encontrará um triângulo retângulo entre os quadrados **P** e **R** analisando o triângulo ele começará a destacar os ângulos e lados. Achando **P**=* $24 = c^2$*, **R**=* $168= a^2$ *e **Q**= ? Q=*$\mathbf{b^2}$*. Aplicando Pitágoras:* $\mathbf{b^2 + c^2 = a^2}$*, achará* $b^2 + 24 = 168$*. Logo,* $\mathbf{b^2} = 168 – 24 = 144$*. Assim, a área do quadrado é 144 cm².* *-Esse estudante convencerá a turma e os colegas irão aceitar sua resolução.*

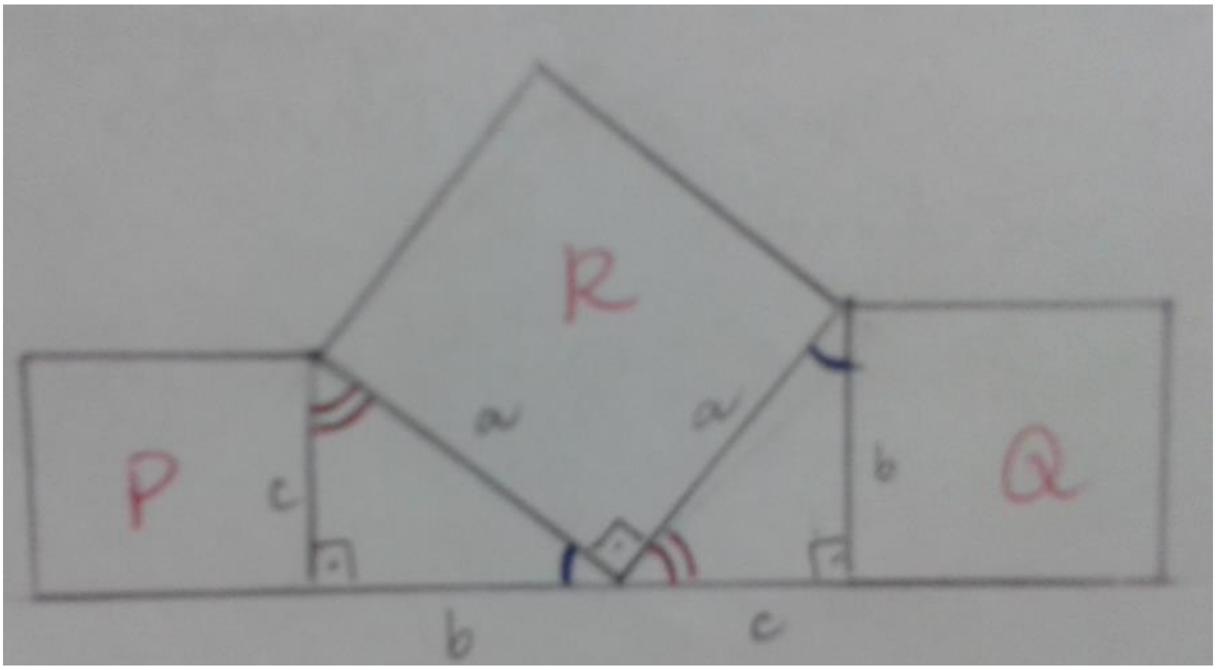
Fonte: Elaboração própria (2018).

A maneira de resolução exposta (quadro 9), na qual é utilizado a TSD evidencia que o professor de Matemática está colaborando com a formação dos aprendizes, proporcionando um ambiente salutar de aprendizagem, onde ele pode levantar hipótes e errar. Assim,

> [...] é preciso que o professor dê novo significado a sua prática de sala de aula por meio da mediação que deve considerar três aspectos: o processo tecnológico, o processo pedagógico e o processo formativo. [...] O processo pedagógico está relacionado àmaneira que as atividades são desenvolvidas e que objetivos querem ser alcançados. Por fim, o formativo é o processo de desenvolvimento da atividade e inclui a recriação e redefinição dos procedimentos de uso de instrumentos utilizados. (CARNEIRO; PASSOS, 2014, p. 104).

A TSD ampara o professor por meio da mediação durante o processo de construção do pensamento matemático.

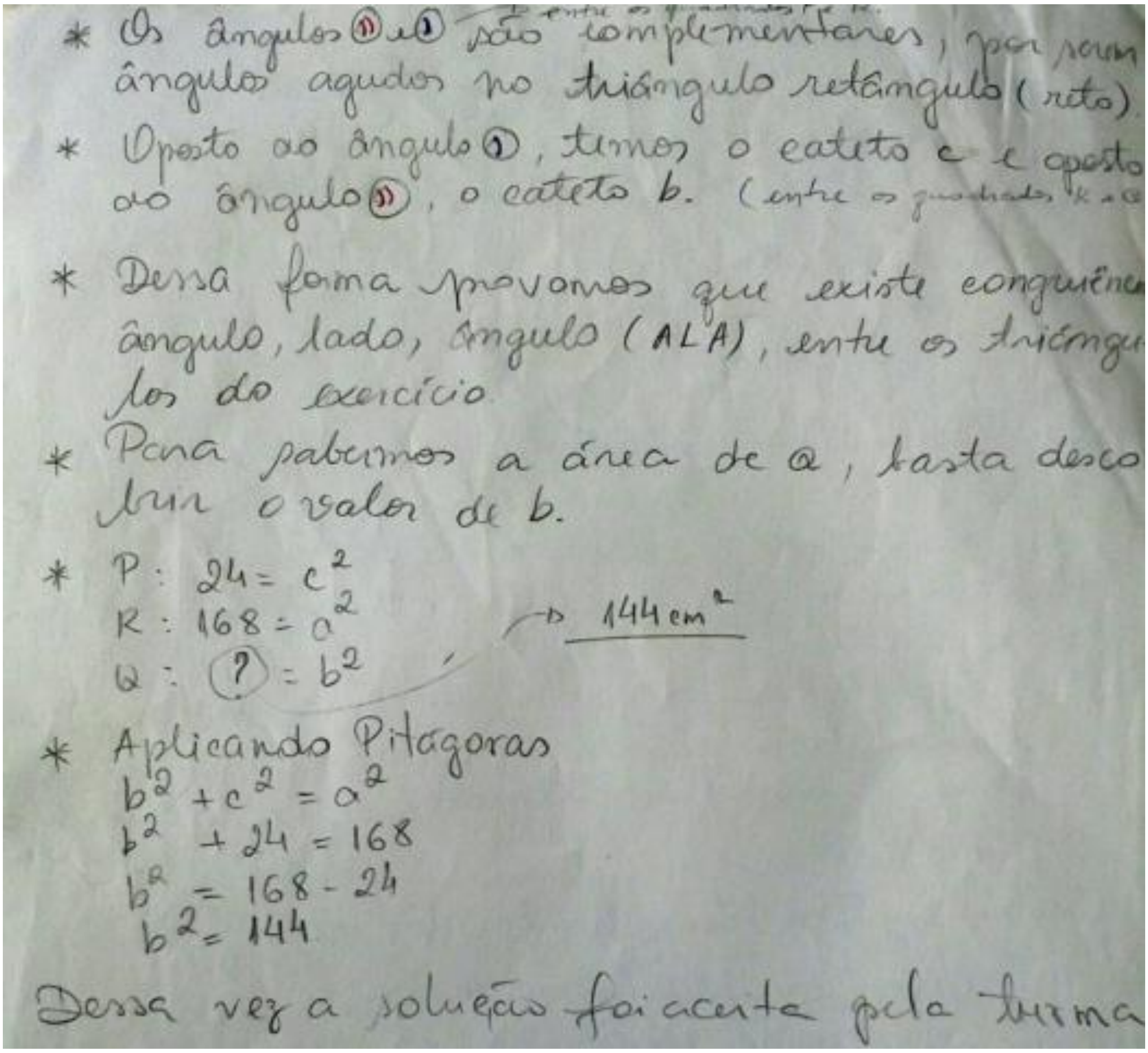
Figura 21 – Construção geométrica – dupla 2



Fonte: Acervo próprio (2017).

Ante o evidenciado na construção da SDO 2, os participantes não esboçaram nenhuma indagação. A dupla 2, no entanto, expressou que o público-alvo pensado foi à instituição educacional 1. Pactua-se do pensamento de Almouloud em resposta a Velho e Santos (2011), quando acentua que “[...] a Engenharia de segunda geração não aponta os problemas e sim soluções para resolvê-los e qualquer professor pode pegar essa estratégia”.

Figura 22 – Esboço cognitivo da construção geométrica – dupla 2



* Os ângulos 1 e 2 são complementares, por serem ângulos agudos no triângulo retângulo (reto)

* Oposto ao ângulo 1, temos o cateto c e oposto ao ângulo 2, o cateto b. (entre os quadrados

* Dessa forma provamos que existe congruência ângulo, lado, ângulo (ALA), entre os triângulos do exercício

* Para sabermos a área de Q, basta descobrir o valor de b.

* P : $24 = c^2$
R : $168 = a^2$
Q : ? $= b^2$ $\rightarrow$ $144\ cm^2$

* Aplicando Pitagoras
$b^2 + c^2 = a^2$
$b^2 + 24 = 168$
$b^2 = 168 - 24$
$b^2 = 144$

Dessa vez a solução foi aceita pela turma

Fonte: Acervo próprio (2017).

Pesquisadora: *vocês continuam com a mesma afirmação de antes "conteúdo ensinado é conteúdo aprendido, o aluno tem que saber"?*

Essa fala fundamenta a necessidade do professor em conduzir o aluno a tornar-se um ser autônomo durante o processo de construção do pensamento matemático. Mas é necessário que o profissional esteja constituído de conhecimento científíco e por conhecimentos vindos de sua interação com o meio, dando o suporte necessário para que haja uma relação pedagógica com o aprendiz nas situações de ensino no momento. Assim, o professor é capaz de instigar o sujeito a aprender durante o desenrolar de cada uma das fases da TSD.

Participante C: não. *Na verdade professora eu achava que quando dava um tempinho e escutava muito barulho. Acreditava que eles estavam brincando. Hoje vejo que o aluno precisa desse tempo para conjecturar.*

Na fala do participante C é percebido que o tempo do aluno deve ser dado, caso contrário há a ruptura do contrato didático, causando uma angústia no educando.

Participante H: *professora, com essa metodologia agora vejo que tenho que pensar no aluno. Com certeza as aulas dessa maneira levarão os alunos a terem menos dificuldade.*

Assim, as evidências apontam para a SDO com uma intenção didática, isto é, dar suporte ao professor quanto ao ensino de Matemática. Visto que, o objetivo do problema 2 já está concluído. Nota-se que no percurso de construção da segunda SDO, foram observadas como variáveis didáticas:

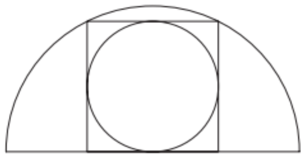
- o caminho trilhado para expor a resposta, no qual torna possível ao aprendiz interpretar os dados relevantes, refletir a respeito da escolha e exposição da estratégia aos membros da turma para as indagações e debates;
- a relação entre a situação-problema e o nível do estudante; e
- o mecanismo de escolha para apresentar a questão ao aluno por intermédio do desenho das partes da figura para em seguida mostrar a figura completa, conduzindo-o ao aceite da questão e a buscar uma estratégia para encontrar a área do quadrado **Q**.

Estratégidas ocorridas na **SDO 2**

E1: A utilização da fórmula para cálculo de área do quadrado, usando informações relevantes.
E2: Emprego da fórmula de área do quadrado relacionada ao Teorema de Pitágoras.
E3: Aplicação dos conceitos de congruência e semelhança de triângulo associados ao Teorema de Pitágoras e ao cálculo de área do quadrado.

Em razão disso, a **SDO 2** buscou discernir as prováveis ações que os alunos do EM podem efetuar ao deparar-se com a busca de estratégias para evidenciar a resposta do problema 2. Procurou, ainda, detectar problemas olímpicos que, abordem área de figuras planas (quadrado), interagindo com outros conteúdos, entre os quais se destacam: Teorema de Pitágoras e congruência e semelhança de triângulos. Nesse período de observação, buscou investigar as concepções dos participantes na construção das situações didáticas olímpicas, utilizando a TSD durante a construção do pensamento matemático na situação de ensino com um processo empírico. Em sequência, será vista a **SDO 3**.

PROBLEMA 03 – OBMEP – 2016 – NÍVEL 03:
O quadrado da figura está inscrito no semicírculo e o círculo está inscrito no quadrado. O círculo tem área igual a 10 cm^2. Qual é a área do semicírculo?



Ante a realidade da turma, contudo, o professor busca um PO capaz de estimular o processo de aprendizagem, sem explicitar que a situação-problema é olímpica. Em seguida, traçará uma maneira eficaz de chegar ao estudante e convencê-lo a participar do desafio. Uma vez que, “[...] o professor faz o aluno aceitar a responsabilidade de uma situação de aprendizagem.” (ALMOULOUD, 2007, p. 35). Desse modo, na visão da dupla, o professor poderá

> *Fazer um círculo com os alunos e no centro deste construir o contorno das figuras com barbante. De tal modo que cada figura fique com um contorno de cor diferenciada. Nesse momento a curiosidade dos educandos será aguçada. Dar-se-á início a várias indagações. O profissional, então responde algumas com entusiasmo e anuncia a questão sem efetuar a leitura desta, somente conversando. Vendo o interesse da turma mostrará um cartaz com a questão e fará sua exposição acima do desenho. Dirá que verá o esforço de cada um em resolvê-la. Quem resolver primeiro irá explicar aos demais de forma a convencê-los ou não.* (PARTICIPANTE B).

Nesse sentido, o docente sinaliza uma mudança de comportamento em sua prática pedagógica. Uma vez que resolveu orientar a prática em conformidade com as características e a realidade dos alunos. Com efeito, é coerente dizer que o importante ao professor é acreditar no potencial de sua aprendizagem, na capacidade de evoluir como sujeito aprendente, de constituir novas experiências, aceitando seus limites e o seu jeito de ser, o qual faz de sua história pessoal, que o firma como ser humano.

Passará à etapa seguinte.

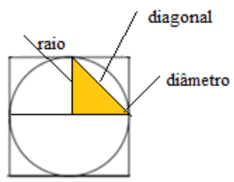
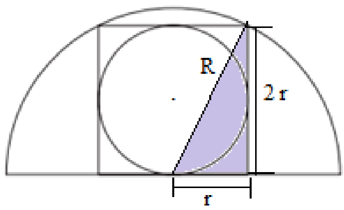
Quadro 11 – Construção da terceira SDO

ETAPA DA TSD	TRANSCRIÇÕES DOS PARTICIPANTES DUPLA 03
Ação O aprendiz lê, pensa e elege um procedimento de resolução que futuramente poderá ser válido ou não. É o momento de dar os primeiros passos. Para isso, inicia o processo de tomada de decisões na estruturação da resolução do problema, de acordo com seu conhecimentos prévios.	*Os educandos deverão:* *- ler a situação-problema com atenção mais de uma vez;* *- tentar entender as expressões: semicírculo, inscrito no quadrado,inscrito no semicírculo, área do círculo e área do semi círculo;* *- lembrar dos elementos do círculo com seus respectivos conceitos(diâmetro, corda, raio e centro);* *- fazer tentativas de relacionar o quadrado existente na figura com as características do círculo.Nesse momento sentirá a necessidadede rabiscar a figura.*
Formulação É o momento da troca de informações entre o aluno e o contexto, ou seja, o meio e sua vivência de mundo; isto é, nessa fase, o sujeito, para traçar uma estratégia, a qual poderá não ser, a princípio, um modelo matemático, dialoga consigo mesmo.	*Alguns estudantes provavelmente irão perceber que:* *- ao traçar o diâmetro do círculo inscrito no quadrado este, por sua vez, terá o mesmo comprimento do lado quadrado;* *- o ponto médio do lado do quadrado tem a mesma medida do raio da figura inscrita neste polígono;* *- pode traçar a diagonal do quadrado e esta por sua vez com dois lados quadrado formará um triângulo retângulo;* *- deverá escrever a fórmula da área do círculo* ($A= \pi r^2$) *e triângulo* ($A= \frac{b.h}{2}$)*, onde* $\pi \cong 3{,}14$, *r = raio, b = base e h = altura.Como também, lembrará do Teorema de Pitágoras;* *- deverá aplicar a área do círculo para determinar o valor do raio (r) do círculo inscrito no quadrado;* *- deverá aplicar Pitágoras para determinar o raio do semicírculo;* *- precisará utilizar a área do círculo novamente e em seguida dividir por dois. Assim, o modelo matemático estará concluído (quadro 12). Faltando validá-lo aos colegas.*
Validação O estudante apresenta seu modelo matemático e tenta convencer os demais sujeitos a veracidade das informações, fazendo uso de uma linguagem matemática formal.	*-O aprendiz irá expor aos demais presentes seu modelo matemático que poderá não ser validado. Acreditá-se que de alguns alunos não será validado, uma vez que, poderão tentar utilizar a fórmula da área do triângulo.* *-Será apresentado no quadro 12 um modelo para ser validado.*
Institucionalização A intenção do professor é revelada.	*O professor deverá fazer abordagem (indagando e dependendo da resposta fazendo suas considerações e afirmações, como também tirando as dúvidas e esclarecendo alguns erros visualizados por este durante as etapas anteriores) dos conteúdos:* *- círculo e seus elementos;* *- área do círculo;* *- breve histórico do número π;* *- operações com frações;* *-potenciação;* *-radiciação;* *- divisão de números naturais;* *- equação do 2º grau incompleta;* *- características do triângulo retângulo;* *- Teorema de Pitágoras.*

Fonte: Elaboração própria (2018).

O quadro 11 demonstra que os participantes escolheram utilizar uma estratégia diferente no sentido de promover a aprendizagem dos aprendizes de maneira autônoma, através de um problema olímpico intencional com a resolução mediante uma sequência didática que deve ocorrer no interior da sala de aula. Almouloud (2007, p. 190), relata que “Para promover aprendizagem, é necessário que o professor coloque o aluno diante de situações em que ocorre o desequilíbrio” durante a construção do pensamento matemático.

Quadro 12 – Modelos matemáticos

Nº	MODELO MATEMÁTICO
01	*Um aluno poderá raciocinar assim:* *-ao perceber que pode ser construído um triângulo no interior da figura abaixo. Um aluno pode lembrar das fórmulas* $A = \pi r^2$ e $\frac{b\,.\,h}{2}$ *, as quais são a área do círculo e triângulo respectivamente. Em seguida, efetuar os cálculos e de posse desse resultado dizer: encontrei!Quando na verdade apesar dos cálculos serem matemáticos, mas a estratégia utilizada não é válida. Ao apresentar para a turma seus cálculos esta não validará.*  $A = \pi r^2 \rightarrow \frac{10}{\pi}$ cm^2 = r^2 $\rightarrow$ r = $\sqrt{\frac{10}{\pi}}$ cm . Por outro lado, A = $\frac{b\,.h}{2}$, então A = $\frac{\sqrt{\frac{10}{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{10}{\pi}}}{2} \rightarrow A \cong \frac{3{,}16}{1{,}77} \rightarrow A \cong 1{,}8.$
02	*Um segundo aluno poderá pensar:* *- parecido com o anterior, mas por ter dificuldade com radicais não concluir o pensamento e ir em busca dos demais colegas para sanar a dúvida ou copiar a resposta correta.* $A = \pi r^2 \rightarrow \frac{10}{\pi}$ cm^2 = r^2 $\rightarrow$ r = $\sqrt{\frac{10}{\pi}}$ cm . Por outro lado, A = $\frac{b\,.h}{2}$, então A = $\frac{\sqrt{\frac{10}{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{10}{\pi}}}{2}$
03	*Um terceiro aluno poderá ir adiante e encontrar uma estrtégia satisfatória:* *- Diante dos escritos do aluno anterior, este enxergará além e seguirá enfrente. Enxergando otriângulo no semicírculo, conforme figura a seguir, onde* **R** *é o raio do semicírculo.* $A_c = \pi.\ r^2 = 10$ *cm*^{2}*, onde* A_c *é a área do círculo.* A_{sc} *= ?, onde* A_{sc} *é a área do semicírculo.* *Observando a figura aplica-se o Teorema de Pitágoras no triângulo retângulo, ficando assim,*  $R^2 = (2r)^2 + r^2 \rightarrow R^2 = 4r^2 + r^2.$ $R^2 = 5r$*, por outro lado* $A_{sc} = \frac{\pi\,.\,R^2}{2}$ *, substituindo R por* $5r^2$ *temos:* $A_{sc} = \frac{\pi}{2} 5r^2 = \frac{5}{2}\pi r^2$*, mas* $\pi r^2 = 10$*, logo* $A_{sc} = \frac{5}{\cancel{2}_{1}} \cdot \cancel{10}^{5} = 25.$ *Assim, a área do semicírculo é 25cm*^{2}*.*

Fonte: Elaboração própria (2018).

A SDO apresentada encontra-se amparada sob o ponto de vista da TSD, a qual permite um roteiro de abordagem em sala de aula. O contexto corrobora com o pensamento de Magolinas; Drijvers, quando afirmam que “a Engenharia Didática é um método: (a) para melhor compreender o ensino; (b) para refletir sobre a produção de recursos para o ensino e a formação de professores”. (2015, p. 900). Por conseguinte, é percebido no quadro12 o potencial de produção na SDO, com os modelos matemáticos abordados, que por sua vez poderá ser utilizada e disseminada pelos futuros professores de Matemática.

Durante a explicação dos modelos matemáticos, a dupla foi indagada.

Pesquisadora: *Em qual realidade vocês se basearam para aplicação futura dessa SDO?*

Participante K: *Na escola 2. Lá os alunos parecem saber mais um pouquinho. Para resolver essa questão tem que trabalhar com a fórmula da área do círculo e muitos alunos apresentam dificuldade sem falar nas frações.*

Pesquisadora: *Porque vocês pensaram nesses modelos inválidos?*

Participante B: *Bem, professora, para evidenciar que seu raciocínio pode ajudar outros e a você mesmo. O aluno quando não sabe mais para onde ir, então mostrou ao colega. Foi enxergado u ma maneira e assim a questão saiu. E não será preciso o professor dizer que o aluno errou. Entre eles encontraram, Nesse momento houve, como diz a senhora, a construção do conhecimento. Últimamente tenho pensado muito nisso. Em procurar ver o lado do aluno. Sem falar que favorece o trabalho em equipe sem as equipes estarem formadas.*

Nesse contexto, os indícios apontam para a SDO 3 com uma intenção didática, ou seja, dar suporte ao profissional para revisar a fórmula da área do círculo, sem que necessite fazer a aproximação do número irracional ***pi*** ou até mesmo de efetuar repetidas vezes operações com frações. Sendo assim, admite-se que o objetivo do problema 3 tenha sido concluído. Durante a construção da SDO 3, as variáveis didáticas observadas foram:

- o caminho trilhado para o processo de validação;
- a relação existente entre o contexto do educando e o PO; e
- a forma de como a figura foi evidenciada ao aluno para resolver a questão, facilitando a visualização de estratégias de resolução do PO.

De acordo com o pensamento de Almouloud (2007, p. 175),

> Para garantir, minimamente, o alcanço desses objetivos o pesquisador ou construtor dessas situações-problema necessita escolher as variáveis didáticas que podem provocar as mudanças desejadas, no que diz respeito aos processos de ensino e de aprendizagem do objeto matemático em jogo..

Estratégias ocorridas na **SDO 3** encontram-se descritas a seguir.

E_1: a utilização da fórmula para o cálculo da área do círculo e semicírculo, empregando os elementos do círculo;

E_2: emprego do Teorema de Pitágoras; e

E_3: aplicação do conceito de área do círculo.

Por esse motivo, a SD3 almejou explicitar as possíveis ações dos aprendizes do EM com nível semelhante aos educandos da Escola 2, em elaborar estratégias de resolução para apresentar a resolução do problema 3. Será apresentada a seguir a construção da SDO 4.

PROBLEMA 04 – OBMEP – 2007 – NÍVEL 02:

A figura I mostra um quadrado de 40 cm² cortado em cinco triângulos retângulos isósceles, um quadrado e um paralelogramo, formando as sete peças do jogo Tangran. Com elas é possível formar a figura II, que tem um buraco sombreado. Qual é a área do buraco?

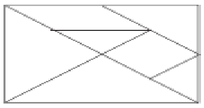


Figura I

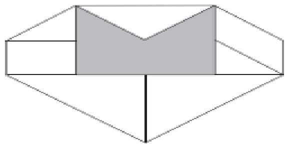


Figura II

A dupla 4 falou:

> *O professor pode desenhar a figura numa cartolina, colocando cada triângulo de uma cor diferente. Também poderá organizar uma oficina, antes de apresentar a questão, de montagem de figuras com a intenção de abrir a mente para desenvolver habilidades com figuras e a apartir daí, construir o conhecimento e montar estratégias de resolução.* (PARTICIPANTE G).

Segue o procedimento de resolução, seguindo as fases da TSD.

Quadro 13 – Construção da quarta SDO

ETAPA DA TSD	TRANSCRIÇÕES DOS PARTICIPANTES DUPLA 04
Ação O estudante, nessa fase, faz reflexões, simulações e tentativas, ou seja, não há uma preocupação com a linguagem matemática. Este, por sua vez, elege de acordo com o saber cotidiano e escolar um procedimento de resolução.	*Os aprendizes deverão:* *- leitura da questão;* *- leitura da figura;* *-Identificação das figuras inseridas no quadrado;* *-localização das partes da figura I na figura II;* *-Associação dos dados da questão com a figura citada na questão.*
Formulação É o momento de construir o modelo matemático.	*-O educando irá perceber que os dois triângulos maiores representam metade da área do quadrado, isto é, 20 cm^2;* *- olha a figura, tenta mexer nas peças que compõe o todo e visualiza que pode-se calcular os lados e a área de cada parte da figura I;* *- em seguida poderá calcular a área da figura II;* *- Determina a solução. Diz, então: encontrei a área!*
Validação O aprendiz submete-se ao julgamento dos colegas de sala.	*- O aluno irá ao quadro explicar seu modelo.*
Institucionalização O professor, (ALMOULOUD, 2007), fixa o estatuto cognitivo do saber, passando este ao conhecimento público da turma.	*O professor retomará a palavra:* *- explicará cada figura, indagando quanto as características das figuras e dando um fedback;* *- abordará o conceito de área;* *- falará da fórmula para cálculo de área do triângulo e da importância da unidade de medida;* *- perguntará o que eles acharam: o problema é difícil, fácil ou mais ou menos? O que vocês acham?* *- esclarece que o problema é simples e informa que essa questão é de olimpíada. E dirá:viu como vocês terão condições de participar e acertar. Basta pensar.*

Fonte: Elaboração própria (2018).

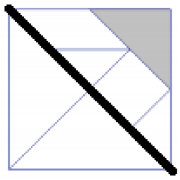
Concorda-se com Borba, Almeida e Gracias (2018), quando entendem ser essencial deixar que o aluno explore para construir seu conhecimento matemático. Pelo quadro 13 é evidenciado que

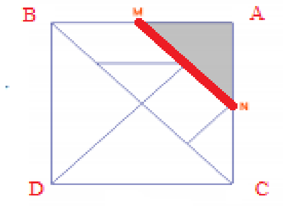
> O professor-pesquisador acompanha os caminhos e decisões dos estudantes ao lidar com os conceitos e busca deixar de lado seus conceitos e formas de pensar para tentar entender a forma de pensar dos estudantes e como eles lidam com os conceitos matemáticos. (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018, p. 43).

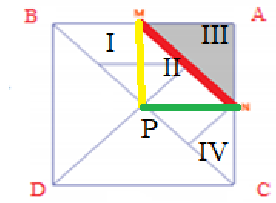
Deste modo, os participantes se veem diante de uma situação de ensino passível de transformação no processo de constituição da identidade docente. No entanto, a EDD empregada é a interna, uma vez que somente os pibidianos tiveram a oportunidade de conhecer a TSD e a SDO.

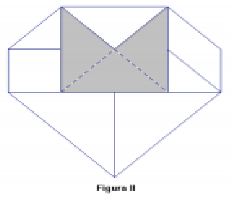
Quadro 14 – Modelo matemático válido

O quadrado ao lado apresenta desenhada uma diagonal, a qual está destacada Essa linha divide a área do quadrado em duas partes iguais. Ficando cada parte do quadrado com 20 cm^2. Considere os pontos M e N pontos médios dos respectivos lados do quadrado. O ponto P é ponto médio do lado BC.









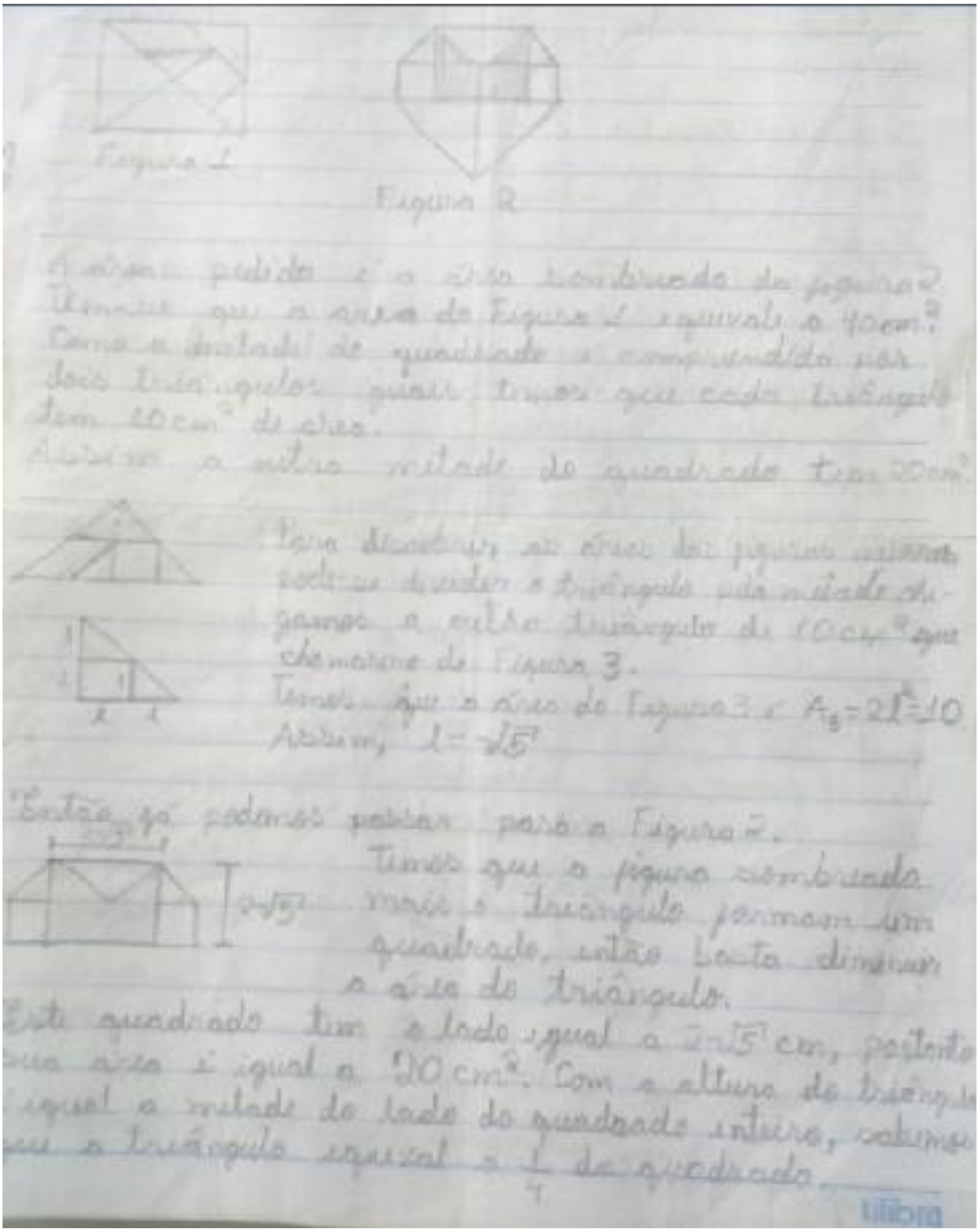
Observe que o triângulo ABC mede 20cm^2 e foi dividido em quatro triângulos de mesma medida; logo, a área do triângulo III será calculada assim: A = $\frac{20}{4}$ cm^2 = 5 cm^2; mas na figura II tem-se três triângulos com mesma medida do triângulo AMN. Assim, A_{AMN} = 3 . 5cm^2 = 15 cm^2.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Observa-se no quadro 14 a exposição de um modelo matemático válido, o qual esboça os conhecimentos em que os educandos terão a oportunidade de construir, o que para Almouloud (2007) é o momento dos participantes (futuros professores) preverem a coleta das informações, organiza-las e interpreta-las.

Ao término da explicação pela dupla 4, outro participante (B) apresentou outra maneira de resolver a questão, conforme figura 23.

Figura 23 – Construção cognitiva



Fonte: Acervo próprio (2017).

Concorda-se com Silva e Almouloud (2018), quando abordam a capacidade do educando em refletir, agir e evoluir em seus conhecimentos matemáticos por si. Nessa **SDO**, as variáveis didáticas evidenciadas foram:

– identificação das figuras:quadrado, triângulo;

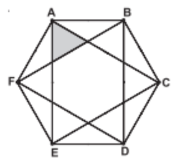
- construção da diagonal do quadrado;
- visualização dos dois triângulos retângulos e o valor da área de cada um;
- identificação dos pontos médios; e
- desenho, após visualização, de figuras por cima das existentes na figura um, auxiliando na idealização de estratégias de resolução para o referido problema.
- Estratégias ocorridas na **SDO 4**.

E1: Construção do desenho em cartolina com intuito de facilitar a interpretação da questão.
E2: Aplicação do conceito de área do quadrado e triângulo.
E3: Emprego da fórmula para o cálculo de área do quadrado e triângulo.

Sendo assim, é fundamental que o professor de Matemática prepare o aluno, organizando e constituindo um meio, tendo sempre uma intenção didática. Visto que, o “[...] valor dos conhecimentos adquiridos dessa forma depende da qualidade do meio como motivador de um funcionamento “real”, cultural, do saber.” (BROUSSEAU, 2008, p. 90).

Deste modo, a SDO 4 procurou revelar um caminho eficaz de resolução do PO para alunos com nível semelhante aos alunos do EM da Escola 3. Posteriormente, será vislumbrada a construção da SOD 5.

PROBLEMA 05 – OBMEP – 2007 – NÍVEL 03:
A área do hexágono regular ABCDEF é 45 cm^2.
Qual é a área do triângulo sombreado?



A dupla 5 comentou:

> *O professor pode levar para a sala de aula uma bola com formatos hexagonais com um remendo na forma da figura sombreada, sabendo que a bola foi cortada acidentalmente. Assim, terão a ideia de tanto a senhora fala “tudo é Matemática”. Verão a utilização da Matemática no cotidiano. Ou seja, o saber está sendo construído. E quando os alunos estiverem interessados lançar o desafio de resolução da questão. Caso o aluno apresente alguma dificuldade o professor poderá instigá-lo, mas jamais induzí-lo a resposta correta.* (PARTICIPANTE L).

Com efeito, é coerente dizer que o essencial ao professor é acreditar em si mesmo, ou seja, na sua capacidade para formar sujeitos ativos da aprendizagem, transformando-os em seres humanos capazes e autônomos.

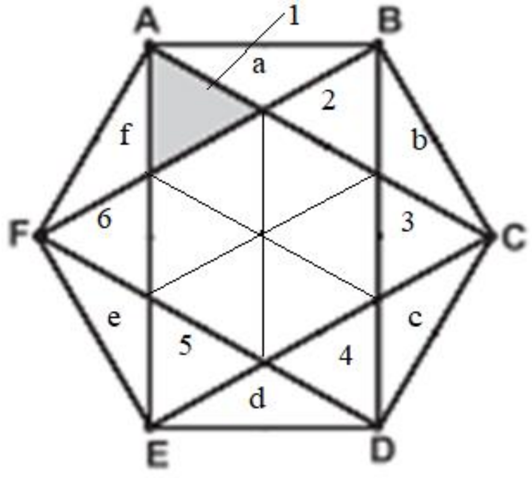
Segue o procedimento de construção da quinta **SDO**, envolvendo as fases da TSD.

Quadro 15 – Construção da quinta SDO

ETAPA DA TSD	TRANSCRIÇÕES DOS PARTICIPANTES DUPLA 05
Ação É a fase na qual o aluno tem os primeiros contatos com o PO e traça mentalmente as primeiras estratégias.	*Provavelmente o estudante de EM irá:* *- ler a questão;* *-identificar as figuras geométricas* *-relacionar as figuras geométricas;* *-perceber que alguns triângulos são iguais;* *-sentir a necessidade de desenhar e contar os triângulos existentes no interior da figura. Nesse momento irá para a segunda fase.*
Formulação É a fase da troca de informações entre os colegas dentro da perspectiva de mundo de cada um, para construção do modelo matemático.	*Considerando que o educando tenha conseguido identificar e relacionar as figuras, pode-se inferir que ele começará a formular um plano de resolução. Possivelmente o aluno se convecerá que:* *-os triângulos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 são iguais e equiláteros (ver Figura 21);* *-existe um hexágono interno que pode ser dividido em seis triângulos iguais ao triângulo sombreado (ver Figura 21);* *-os triângulos a, b, c, d, e, f são iguais e isósceles com área igual a área do triângulo sombreado;* *- Assim, ele perceberá facilmente que para descobrir a área do triângulo sombreado, basta contar quantos triângulos equiláteros iguais ao sombreado tem a figura e dividir a a área do hexágono por esta quantidade.*
Validação É a fase da argumentação para convencer a turma; isto é, o aprendiz que construiu o modelo matemático e apresentá-lo aos demais colegas de sala.	*-Como o hexágono ABCDEF é regular, então seus lados são iguais. Logo o* ΔACE *e* Δ *BDF são iguais e equiláteros e se interceptam em pontos equidistantes. Devido a isso, pode-se concluir que os triângulos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e a, b, c, d, e, f têm mesma área;* *- por definição o hexágonos regulares só podem ser decompostos em seis triângulos equiláteros;* *-temos que há doze triângulos de área idêntica aotriângulo sombreado;* *Assim, podemos concluir que o hexágono interno tem seis triângulos de mesma área que o sombreado;* *-portanto,temos no total dezoito triângulos com área idêntica ao sombreado. Dividindo, a área total por estes triângulos temos:* $A= \frac{45}{18}$ cm^2=2,5 cm^2. *Onde A é a área do triângulo sombreado.*
Institucionalização É a fase de fechamento, na qual o professor, de acordo com suas observações durante as fases anteriores, irá se manifestar. Inclusive, se for o caso, passar atividades extras, com a intenção de melhorar a aprendizagem.	*O professor deverá:* *-evidenciar os modelos não validados e o porque (caso existam);* *-salientar cada parte da figura mencionada anteriormente;* *-deixar explicito que não foi necessário o uso da fórmula da área do triângulo;* *-abordar as propriedades do hexágono regular;* *-falar da semelhança e congruência de triângulos;* *-classificação dos triângulos quanto aos lados;* *-afirmar o modelo correto.*

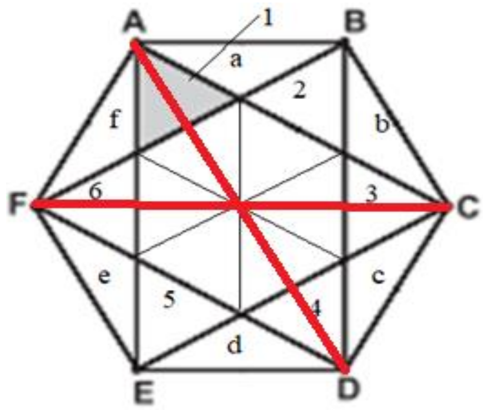
Fonte: Elaboração própria (2018).

Figura 24 – Divisão do hexágono



Fonte: Acervo próprio.

Figura 25 – Diagonais do hexágono



Fonte: acervo próprio.

Mediante apresentação da dupla 5, indagá-se:

Pesquisadora: *o que significa triângulos iguais?*

Participante E: *Ah! Significa que são congruentes.*

Pesquisadora: *seja claro.*

Participante E: *professora, pelo o enunciado da questão temos que o hexágono é regular, então suas diagonais são iguais. Logo a diagonal traçada AD (ver figura 22) é um dos eixos de simetria do hexágono. Raciocinio idêntico para a diagonal FC.Os triângulo 1 e 6 são equiláteros, então observando o eixo de simetria se percebe que são congruentes, visto que, apresentam as mesmas propriedades.*

Pesquisadora: *Deixe sempre claro. Lembre-se você está falando para que o outro entenda claramente. E compreenda o conhecimento da forma correta. Voltemos a fase da formulação e validação. Por gentileza, vocês poderiam ler as duas etapas atentamente para conversarmos. A dupla fica em silêncio por alguns instantes. Em seguida, um deles se pronuncia.*

Participante L: *Enxerguei professora. Deveria ter colocado todas as explicações na formulação e a resolução com uso da fórmula na validação. Acrescentando a figura para argumentar.*

Pesquisadora: *tenham cuidado sempre que após resolver uma SDO em verificar todas as etapas. Inclusive, com olhar crítico sobre o que provavelmente venha a não dar certo. Para conhecer o máximo de possibilidades que poderão surgir na sala de aula.*

Aceitá-se a posição de D'Ambrósio (2018), quando aborda a capacidade do educando em refletir, agir e evoluir em seus conhecimentos matemáticos por si. Na **SDO 5,** as variáveis didáticas evidenciadas foram:

- identificação das figuras-hexágono regular e triângulos;
- construção da diagonal do hexágono;
- visualização dos triângulos equiláteros, isósceles e congruentes;
- identificação dos eixos de simetria; e
- uso da figura para auxiliar no raciocínio argumentativo.

Estratégias ocorridas na **SDO 5**

E$_1$: Uso de uma bola de futebol com formato hexagonal remendada em forma de triângulo.
E$_2$: Classificação do triângulo quanto aos lados.
E$_3$: Congruência de triângulos e simetria.
E$_4$: Emprego da operação divisão para o cálculo da área solicitada.

A experiência dos participantes com a construção das 5 situações didáticas olímpicas proporcionou um meio de aperfeiçomento pessoal e profissional resultando em modificações das concepções existentes de cada um. Do ponto de vista de Loss, Caetano e Ponte (2015), trabalhos com essa magnitude empreende diversas mudanças tanto na prática docente dos participantes quanto no ambiente de laboração com outros colegas.

Ademais, cada SDO construída aplicou a TSD para evidenciar uma mudança na maneira do professor de Matemática atuar em sala de aula. Na qual busca durante a construção do saber matemático por parte aprendiz, deixá-lo autônomo num meio pedagógico acolhedor e instigador.

Na seção seguinte, será abordada a quarta etapa da EDD-Análise *a posteriori* e validação.

5.5 Análise *a Posteriori* e Validação

A atividade relacionada aos livros (Figura 10, 11 e 15) foi explicada verbalmente e cada equipe teve dois encontros de 1h30min para prontificá-la. Posteriormente, em uma semana, aplicaram nas respectivas escolas, e no terceiro encontro iniciou-se o processo de escolha dos problemas olímpicos da OBMEP baseado na realidade. Após a escolha, foram realizadas as construções das SDOs.

O problema foi distribuído, impresso, numa sexta-feira para cada dupla participante e também disponibilizados os livros (Figuras 10, 11 e 15). Em seguida, a dupla, para construir a SDO, se pronunciava em caráter voluntário e no encontro seguinte esboçava no quadro de giz a

SDO (Figura 17) e entregava também escrito (Figura 18). Durante a semana, era mantido contato pelo *Whatsapp* para disseminar as dúvidas e, no momento da apresentação tinha 1h30min para exposição e discussão com os demais participantes.

Conforme previsto na análise preliminar, os participantes constataram que os livros não apresentavam a Geometria ao final (Figura 19) e que os problemas abordados nos livros do EM não tornaram os educandos autônomos (Quadro 5). Os participantes aplicaram as questões e constataram que os alunos tinham dificuldade em assuntos que a princípio deveriam dominar.

No começo, acreditavam que todos os alunos acertariam as questões de figuras planas e depois da aplicação das questões viram que não, uma vez que, das três escolas em, duas, os alunos apresentaram um nível inferior ao esperado.

Vem a indagação: quais conteúdos de Geometria os educandos do primeiro e do segundo ano do Ensino Médio (EM) deveriam saber? A resposta, na constatação dos dados foi contrária a opinião mantida pelos participantes anteriormente. "*É alarmante o fato de que alguns alunos confundem triângulo com pirâmide e desconhecem a diferença entre figura plana e não plana"* disse um deles (participantes). Partindo dessa realidade se realizou a seleção das situações-problema da OBMEP para serem trabalhadas com os participantes na construção do material didático.

Uma das concepções dos participantes era o não reconhecimento de que a maneira de explicar os conteúdos matemáticos deve estar diretamente relacionada com o entendimento viável por parte do aluno-"*Por que tenho que conhecer a realidade do aluno? O conteúdo da série deve ser ministrado e ponto final. Eles precisam do conteúdo e deve aprendê-los. Cabe a mim ensiná-los. Nunca pensei em conhecer o aluno"*- fora modificado, uma vez que o participante L afirmou que, com a construção das SDOs, ele mudou sua maneira de pensar.

Ainda foi constatado pela fala do participante L na construção da **SDO 1** o desconhecimento de uma metodologia (Figura 9) que os conduzisse a um ambiente que desenvolvesse a autonomia do estudante e na construção das SDOs descobriram essa metodologia focada no ensino.

Ante a construção das situações didáticas olímpicas, é evidenciado o fato de que foram utilizadas questões da OBMEP, quadro de giz, papel, caneta, lápis e fotos (Figuras 18, 20, 21 e 23) para obtenção do material didático, o qual poderá ser usado de modo geral pelos professores de Matemática. Concorda-se com Brousseau (2008, p. 118), ao especificar que

> O professor deseja saber, por exemplo, como criar na aula a possibilidade de uma verdadeira atividade científica sem sacrificar o tempo dos alunos com tarefas que não tenham potencial formador. [...] Os professores também anseiam saber como conseguir que os alunos aprendam a fazer cálculos à mão, tendo em mente que o uso

> da calculadora se tornou trivial. [...] Como acontece com toda matéria técnica, as respostas apresentarão apenas qualidades relativas e não evitarão o fracasso, se o professor não possuir a competência necessária para fazê-la funcionar.

Salientá-se que essas construções revelaram que a EDD utilizada como metodologia de pesquisa foi a validação interna, pelo fato da pesquisa ter o olhar na formação de professores, no entanto, não houve aplicação em outro grupo que não fizesse parte do PIBID para uma comparação. Entende-se por validação interna, na visão de Laborde (1997), o estudo da produção do grupo (pibidianos participantes), evolução e verificação no que concerne ao esperado.

Nesse viés, o professor terá em suas mãos um material didático diferente, no entanto, para aplicá-lo, ele necessita estar apto a se arriscar em busca de novas maneiras de ensinar e aprender. Somente assim, desenvolverá em sala de aula um trabalho inovador por intermédio da aplicação de um material didático como as SDOs, proporcionando aos aprendizes momentos de descobertas.

Com efeito, os participantes começaram a compreender que o papel do professor não é somente explicar os conteúdos. Há, portanto, uma grandiosa responsabilidade sobre os ombros do professor. É necessário, dedicação, estudo, aprimoramento, embasamento téorico e mudanças de atitudes. Segundo D'Ambrósio (1996, pp. 79-80),

> O professor que insiste no seu papel de fonte e transmissor de conhecimentos está fadado a ser dispensado pelos alunos, pela escola e pela sociedade, em geral. O novo papel do professor será o de gerenciar, de facilitar o processo de aprendizagem e, naturalmente,de interagir com o aluno na produção e crítica de novos conhecimentos, e isso é essencialmente o que justifica a pesquisa.

Afinal, as concepções iniciais estão sendo moldadas e/ou transformadas. No intuito de abordar as concepções dos participantes, compactua-se com a definição de Ferreira (2008), ao considerar que o densenvolvimento profissional do professor se dá durante seus anos de experiência docente. É pertinente evidenciar que o aprimoramento profissional do professor é constante e dinâmico na sua interação com a realidade, ou seja, sua vivência de mundo, em particular, a sala de aula.

Assim, os dados evidenciados apontam a mudança das concepções dos participantes, e estes, por sua vez, tiveram a oportunidade de verificar que os problemas da OBMEP que aparentemente acreditavam ser de difícil resolução pelos aprendizes perceberam que fazendo uso da TSD e da SDO passaram a ser simples e se depararam com uma maneira diferente do docente atuar em sala de aula. Nesse sentido, o professor faz a intermediação durante o processo de construção do conhecimento matemático do estudante, procurando deixá-lo desenvolver sua autonomia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido buscou responder à seguinte inquietação da pesquisa: quais as concepções dos licenciandos que fazem parte do PIBID de Matemática da UFC relativamente à elaboração das Situações Didáticas Olímpicas?

A revisão mostrou que a Situação Didática Olímpica é um assunto por demais recente, visto que foi difícil encontrar até mesmo uma definição precisa que desse conta de envolver a construção desta nos problemas olímpicos, principalmente envolvendo questões da OBMEP. Há livros que trazem problemas olímpicos resolvidos, mas ausenta-se da intenção didática. Por outro lado, existem publicações abordando o surgimento da OBMEP, seus objetivos, e esboçam a maneira como a sociedade em geral a enxerga. Nota-se, no entanto, a escassez de publicações que abordem o assunto em si. De todas as publicações lidas, foi encontrada em Oliveira (2016) uma direta relação com as SDOs, mas não a define.

A OBMEP é um projeto nacional dirigido às escolas públicas brasileiras. Iniciou em 2005 dividida em três níveis-I, II e III-em duas fases. Atualmente, possui 13 anos de existência e, no período de 2005-2017 na primeira fase, referente ao conteúdo área de figura plana, teve 30 questões de nível II e 35 de nível III, esta última com uma média de três questões por ano. Na segunda fase, foram-15 questões de nível II e 16 de nível III. Diante da quantidade de questões aplicadas notá-se a relevância dada pelo IMPA – local de realização das provas – ao conteúdo área de figuras planas.

Os objetivos são amplos e significativos, uma vez que se preocupam com o aprendizado da Matemática e a melhoria do ensino na amplitude dos conhecimentos. Contribuindo, assim, para a melhoria do ensino. Fato este, que está diretamente relacionado à formação docente. Daí a relevância de que haja pesquisa no âmbito do ensino de Matemática com foco no professor. Entre os objetivos de elencada magnitude denota-se- estimular e promover o aprendizado da Matemática nas escolas públicas; colaborar no aperfeiçoamento dos professores de Matemática das escolas públicas, contribuindo assim para a sua valorização profissional; contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem da Matemática nas escolas da rede pública e, contribuir para a inclusão social por meio da difusão de conhecimentos.

Os apectos teóricos-metodológicos que nortearam a pesquisa, foram conduzidos por uma metodologia de pesquisa de origem francesa com caráter empírico denominada de Engenharia Didática de segunda geração, com suas respectivas fases- análise preliminar, análise *a priori*, experimentação, análise *a posteriori* e validação. Entende-se ser ela, é uma metodologia completa, uma vez que dar conta da revisão da literatura, análise do material de trabalho, elaboração e condução das situações-problema, aplicação em sala de aula, coleta e verificação dados, confrontação dos resultados e sua possível validação. Ou seja, esta metodologia descreve um esquema experimental baseada em realizações didáticas ocorridas em sala de aula.

O passo seguinte desta pesquisa embasou-se na escolha dos fundamentos teóricos que ensejassem uma contribuição para o ensino de Matemática e para a formação dos futuros professores de Matemática, os "pibidianos" do Subprojeto de Matemática da UFC, diante de suas concepções. A escolha incidiu na Teoria das Situaçções Didáticas, porque, ela procura obter um modelo de interação do educando com, o saber e o meio, neste último, incluíndo o professor e o sistema educacional. Tem, ainda, o objetivo de caracterizar a aprendizagem por uma sequência de situações reprodutíveis, direcionando os envolvidos-professor e aluno- a uma mudança de comportamento, vital para uma aprendizagem autônoma.

De posse dos fundamentos teóricos necessários, foram escolhidos e aplicados cinco problemas olímpicos com figuras na construção das SDOs. Durante esse trabalho, os participantes foram mencionando em cada fase as atitudes prováveis dos alunos num determinado contexto. Na concepção de todos os envolvidos na pesquisa, é uma maneira de provocar o educando e, ao mesmo tempo, ajudá-lo na elaboração de suas conjecturas.

Por outro lado, os licenciandos que não fazem parte deste projeto-o PIBID- não tiveram a oportunidade de participar e, portanto, desconhecem o material pedagógico que poderá ser utilizado em sala de aula e possívelmente será um fator influenciador no modo do aluno construir o conhecimento matemático. O PIBID é programa idealizado para envolver a formação do professor, ou seja, o pibidiano tem a oportunidade de estar em contato com estratégias inovadoras que irão provavelmente contribuir para o desenvolvimento profissional deste futuro professor de Matemática.

Nesse contexto, com a confrontação dos dados, entre as preliminares, análise *a priori* e análise *a posteriori*, foi possível observar que os participantes, de modo geral, iniciaram o processo de investigação com algumas concepções, entre as quais foram evidenciadas as que vêm.

1 O aluno deveria sempre saber o que lhe foi ensinado.

2 Cabe ao professor cumprir o currículo, ministrando as aulas, e ao aluno aprender.

3 Os alunos podem perfeitamente resolver as questões de conteúdos ministrados anteriormente.

4 Não se preocupam com a melhor maneira de o aluno compreender e internalizar os conteúdos.

5 A geometria não é vista no Ensino Fundamental nas escolas públicas por estar no final do livro.

Durante o percurso, no entanto, foram reveladas mudanças em suas concepções, apontadas a seguir.

1 A Geometria não vem ao final do livro, mas sim intercalada nos diversos capítulos que compõem as obras. Não havia a definição de área, no livro do nono ano, mas sim algumas atividades sobre área de figuras planas (cf item 5.3).

2 A responsabilidade do professor ultrapassa a sala de aula e as explicações dos conteúdos (cf item 5.3).

3 Após a aplicação das 10 questões nas escolas de EM, perceberam que, conteúdo ensinado não é conteúdo aprendido (cf item 5.3).

4 O aluno precisa de tempo para conjecturar (cf item 5.4).

5 O professor tem que pensar no aluno (cf item 5.4).

Ficou comprovado, portanto, o amadurecimento do grupo. Nesse sentido, a visualização das mudanças vislumbradas pelas falas, atitudes e ações que aconteceram no decorrer das aplicações ajudou significativamente a construir o objeto de estudo- “as Situações Didáticas Olímpicas”.

Com efeito, as aplicações não só auxiliaram os participantes a modificarem suas concepções quanto a preocupação com a aprendizagem atrelada ao contexto do educando, como também ofereceram, ainda, a oportunidade de uma opção inovadora de mudança no direcionamento do conhecimento e do fazer pedagógico, por via das diversas construções realizadas, que poderão ser aplicadas por eles, futuramente, em sala de aula, ou por outros professores. Tiveram ainda, a oportunidade de enxergar uma nova maneira de trabalhar o conteúdo área de figuras planas.

Inicialmente, alguns participantes tiveram dificuldade de enxergar o processo que conduz o aluno de escola pública a tornar-se autônomo durante as etapas da TSD na resolução das situações-problema. No entanto, a medida que as SDOs eram construídas e apresentadas, aos demais membros da equipe, os quais tinham a oportunidade de expressarem suas concepções e pensamentos as dúvidas foram sanadas.

Contudo, a pesquisa não alcançou o processo de inclusão social, ou seja, os alunos com alguma defciciência (motora,visual,auditiva, entre outras), visto que nenhum componente do grupo ou aluno do EM das escolas nas quais os participantes atuavam apresentaram alguma deficiência. Considerá-se ser esta uma limitação momentânea, uma vez que será necessário um tempo maior para focar neste público. Possívelmente, será explorada num doutorado.

Por outro lado, as SDOs carecem de mais investigações, visto que há a necessidade de explorá-las sob o olhar do próprio professor. Para responder indagações do tipo-como lidar com as rupturas do contrato didático quando o professor fica ancioso e induz e/ou conduz o aprendiz a dar uma resposta? Como trabalhar as SDOs com professores portadores de necessidades especiais? Quais as possíveis ações dos professores durante o processo de construção de uma SDO? Em que momento poderá ser construído uma SDO? Estas inquietações poderão futuramente serem objeto de estudo no doutorado.

Dessa forma, é visualizado que ainda falta muito a ser feito, visto que a pesquisa cumpriu seus objetivos, mas outros pesquisadores poderão investigar as concepções dos pibidianos ou até mesmo dos professores da Educação Básica utilizando outra temática que não seja área de figuras planas. Ou ainda, efetuar a construção de SDOs com situações-problema que não seja oriundos da OBMEP.

O trabalho realizado, entretanto, durante cada etapa da pesquisa contribuiu significantivamente para modificar as concepções dos participantes no modo de ensinar o conteúdo área de figuras planas, como também por meio da construção das SDOs enxergaram que o aluno de escola pública pode aprender de forma autônoma até mesmo com problemas olímpicos.

Por outro lado, embora a produção na área de Educação Matemática, especificamente no ensino de Matemática tenha se mostrado crescente percebe-se uma ausência de publicações voltadas aos futuros professores e professores de Matemática em geral no condizente a tríade Geometria, área de figuras planas e problemas olímpicos. Presume-se que as SDOs apresentadas modificam esse cenário.

Uma vez que oportuniza ao professor de Matemática uma maneira diferenciada de lidar com problemas olímpicos, a qual ele poderá, enquanto sujeito aprendente, utilizá-la com outros conteúdos da Matemática e/ou até mesmo usá-la de forma interdisciplinar com a Ciências (Física, Química e Biologia). De qualquer modo é uma indicação para futuras dissertações ou teses.

Enfim, os participantes perceberam que é imprescindível ao professor conhecer a realidade de sua turma para ter condições de elaborar e analisar uma sequência de problemas, que no trabalho em questão, foram os problemas olímpicos. As SDOs contribuíram para que os participantes enxergassem quea aprendizagem do estudante é também de responsabilidade do professor e, a maneira do professor ensinar pode favorecer positivamente na construção do conhecimento matemático do educando.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, Saddo Ag. As transformações do saber científico ao saber ensinado: o caso do logaritmo. **Educar em Revista**, Curitiba, n. especial, p. 191-210, 2011.

ALMOULOUD, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da Matemática**. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

ALMOULOUD, Saddo Ag. Modelo de ensino/aprendizagem baseado em situações-problema: aspectos teóricos e metodológicos. **REVEMAT**: Revista Eletrônica de Educação Matemática, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 115-141, 2016.

ALMOULOUD, Saddo Ag; COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva. Engenharia didática:características e seus usos em trabalhos apresentados no GT -19/ ANPEd. **REVEMAT**: Revista Eletrônica de Educação Matemática, Florianópolis, v. 3, n. 6, p. 62-77, 2008.

ALMOULOUD, Saddo Ag; SILVA, Maria José Ferreira da. Engenharia didática: evolução e diversidade. **REVEMAT**: revista eletrônica de educação matemática. Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 22-52, 2012.

ALVES, Francisco Régis Vieira. Engenharia didática: implicações para a pesquisa no âmbito do ensino em análise complexa – AC. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 694-715, 2016.

ALVES, Francisco Régis Vieira. Situação Didática Olímpica (SDO): implicação da Teoria das situalções didáticas (TSD) e a Engenharia didática (ED) para a formação do ensino de olimpíadas de matemática. **Revista Electrónica de Invertigación em Ciencias**, Vigo,2018. No prelo. ISSN 1579=1513-DL OU -18/2002.

ANDRADE, Maria Helena de; ALVES, Francisco Régis Vieira; ALVES, Ana Paula Rodrigues. Engenharia Didática aplicada numa Situação Olímpica. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 4., 2017, Santo Ângelo. **Anais CIECITEC**, n. 1.v. 4. Rio Grande do Sul. 2017. Disponível em: http://www.santoangelo.uri.br/anais/ciecitec/2017/resumos/comunicacao/trabalho_2866.pdf. Acesso em: 6 jul. 2018.

ARTIGUE, Michèle. Engenharia Didática. *In*: BRUN, Jean. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.

ARTIGUE, Michèle. Ingénierie didactique. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.

ARTIGUE, Michèle. Modélisation et reproductilulite em didactique des Mathématiques. **Le Cahiers Blancs**, Paris, v. 8, n. 1, p. 1-39, 1984.

ARTIGUE, Michèle; DOUADY, Régine; MORENO, Luis. **Ingeniería didáctica em educación matemática**: un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, 1995.

BELTRÃO, Rinaldo Cesar; SOUZA, Carla Maria Pinto; SILVA, Cláudia Patricia Silveiro. Contrato Didático e Suas Influências na Sala de Aula. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 12, p. 335-353, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/viewFile/2812/3309>. Acesso em: 27 jul. 2018

BORBA, Marcelo; ALMEIDA, Helber Rangel Leite de; GRACIAS, Telma Aparecida de Souza. **Pesquisa emensino e sla de aula**: diferentes vozes emuma investigação. Belo Horizonte: Autêntica, 2018. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BOYER, Carl B. **História da Matemática**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1996.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais**: Matemática. Terceiro e quarto ciclo do Ensino Fundamental. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais**: Matemática. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BCNN)**. Editorial. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portaria Normativa nº 122, de 16 de setembro de 2009**. Brasília, DF, 2009b. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/bolsas/PortariaNormativa122_PIBID.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Sobre a CAPES**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio)**. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BROUSSEAU, G. **A Teoria das situações didáticas e a formação do professor**. Palestra. São Paulo: PUC, 1996.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. Tradução Camila Bogéa. São Paulo: Ática, 2008.

BROUSSEAU, Guy. Fondaments et méthodoes de la didactique des mathématiques. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

BROUSSEAU, Guy. **Premières notes sur l'observation des pratiques de classes**. Monterrey, 2009. Disponível em: <python.espe-bretagne.fr/visa/wp-content/.../ brousseau_ 2009_1.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2017.

BROUSSEAU, Guy. Problèmes de didactique des décimaux. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 2, n. 1, p. 37- 127, 1981.

BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio. A Engenharia Didática como campo metodológico para o planejamento de aula de matemática: análise de uma experiência didática para o estudo de geometria esférica. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 60-84, 2013.

CARNEIRO, Reginaldo Fernando; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglíon. A utilização das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de Matemática: limites e possibilidades. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática. **ZETETIKÉ**, Campinas, v.13, n. 23, p. 87-120, jan./jun. 2005.

CEARÁ. Secretaria da Educação. **SPAECE**. Fortaleza, 2017. Diponível em: <http://www.spaece.caedufjf.net>. Acesso em: 21 jan. 2018.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Avaliação do impacto da Olimpíada Brasileira de Matemática nas escolas públicas (OBMEP)**. Brasília, DF, 2011.

CHEVALLARD, Y. La notion d´ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et élémentos de réponses à partir de la TAD. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 1, p. 81-108, 2009.

CORREIA, Gerson dos Santos; MANRIQUE, Ana Lúcia. A contribuição do Projeto PIBID-PUC/SP na formação inicial dos licenciandos de Matemática e Física. *In*: ENCONTRO DE PRODUÇÃO DISCENTE PUCSP/CRUZEIRO DO SUL, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2012. p. 1-12.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática**: da teoria à prática. Campinas: Papirus, 1996.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Elo entre as tradições e a modernidade**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

D'AMORE, Bruno. Epistemologia, didática da matemática e práticas de ensino. **Bolema Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 20, n. 28, p. 179-205, 2007.

DANTE, Luiz Roberto. **Didática da resolução de problemas de Matemática**. 12. ed. São Paulo: Ática, 2002.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática**: contexto e aplicações. São Paulo: Ática, 2010. 2 v.

FERREIRA, Ana Cristina. O trabalho colaborativo como ferramenta e contexto para o desenvolvimento profissional: compartilhando experiências. *In*: NACARATO, Adair Mendes; PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. **A formação do professor que ensina Matemática**: perspectivas e pesquisas. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. p. 149-166.

FIORENTINI, Dario; CASTRO, F.Tornando-se professor de matemática: o caso de Allan em prática de ensino e estágio supervisionado. *In*: FIORENTINI, Dario (Org.). **Formação de professores de matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 121-156.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Coleção Formação de Professores. 3. ed. São Paulo: Autores Associados, 2012.

GÁLVEZ, Grecia. A didática da matemática. *In*: PARRA, Cecília; SAIZ, Irma (Org.). **Didática da Matemática**: reflexões psicológicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Cap. 2, p. 26-35.

GOMES, Antônia Dália Chagas; FEITOSA, Raphael Alves. Contribuições do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) para a formação do licenciado em Matemática. *In*: PEREIRA, A. C. C.; ALVES, F. R. V.; VASCONCELOS, F. H. L. (Org.). **Ensino de Ciências e Matemática**: enfoques de práticas docentes. Recife: Imprima, 2016. p. 121-132.

INSTITUTO NACIONAL DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA. **Calendário OBBMEP – 2018**. Rio de Janeiro, 2018b. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/calendario.htm>. Acesso em: 12 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA. **Regulamento**. Rio de Janeiro, 2018a. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/calendario.htm>. Acesso em: 12 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA. **Revista OBMEP 12 anos**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/images/Revista_ OBMEP_12_anos.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2016.

LABORDE, C. Affronter la complexité des situations didátiques d´apprentissage des mathématiques en classe: défis et tentatives. **DIDASKALIA**, Londrina, v. 10, n. 1, p. 97-112, 1997.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003. p. 188-198.

LOSS, Adriana Salete; CAETANO, Ana Paula Viana; PONTE, João Pedro da (Org.). **Formação de professores no Brasil e em Portugal**: pesquisas, debates e práticas. Curitiba: Appris, 2015.

MACHADO, Leandro da Silva. **Uma análise crítica das provas da segunda fase da OBMEP 2014**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://impa.br/wp-content/uploads/2016/12/Leandro_da_Silva_Machado.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.

MARATONA Matématica. Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://pibidmatlcc.blogspot.com.br/2017/03/maratona-matematica.html>. Acesso em: 10 jan. 2018.

MARGOLINAS, Claire. **Points de vue de l' eleve ET du professeur**: essai de développement de la théorie dês situations didactiques. Marseille: Université de Provence, 2004.

MARGOLINAS, Claire; DRIJVERS, Paul. Didactical engineering in France; an insider's and an outsider's view on its foundations, its practice and its impact. **ZDM Mathematics Education**, [*s. l.*], n. 47, p. 893-903, 2015. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-015-0698-z. Acesso em: 22 set. 2018.

MARINHO, Monique Rafaela Monteiro; ALVES, Francisco Régis Vieira. Estudo da série de Laurent com recurso ao Geogebra: contributo da engenharia didática. **Revista Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 8, n. 5, p. 165-196, 2016.

MENDES, Iran Abreu. **Investigação histórica no ensino da matemática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

MINAYO, Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa social**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 16-17.

OLIVEIRA, Cícera Carla do Nascimento. **Olímpiadas de Matemática**: concepção e descrição de "situações olímpicas" com o recurso do software Geogebra. 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

OLIVEIRA, Claudionor Araújo de; BAYER, Arno. O ensino-aprendizagem da Matemática no ensino médio voltado para o cotidiano. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2011, Ijuí. **Anais...** Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande doSul, 2011. Disponível em: cienciaparaeducaacao.org/termo/matemática-and-aprendizagem/Page/74. Acesso em: 8 dez. 2017.

PIMENTA, Selma Garrido; ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. **Docência do ensino superior**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2014.

POMMER, Wagner Marcelo. **A engenharia didática em sala de aula**: elementos básicos e uma ilustração envolvendo as equações diofantinas lineares. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://stoa.usp.br/wmpommer/files/3915/20692/Livro%20Eng%C2%AA%20Did%C3%A1tica%202013.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.

POMMER, Wagner Marcelo. Brousseau e a idéia de situação didática. **SEMA Seminários de Ensino de Matemática/FEUSP**. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.nilsonjosemachado.net/sema20080902.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2017.

PONTE, João Pedro da; BROCARDO, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 3. ed. rev. ampl. Belo Horizonte: Autêntica, 2016. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

RAMIRO, Leandro. **Situações didáticas no ensino de geometria com o aplicativo geogebra**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2014. Disponível em: Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/77126/browse?type=title>. Acesso em: 10 fev. 2017.

REIS, L. A. C.; ALLEVATO, N. S. G. Trigonometria no Triângulo Retângulo: as interações em sala de aula sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas. **Holos**, Natal, v. 1, p. 253-279, 2015. Disponível em: <http.//www.redalyc.org/articulo>. Acesso em: 5 jul. 2018.

ROBERT, A. Les Recherches sur les pratiques des enseignants et contraintes de l'exercice du métier d'enseignant. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 21, n. 1.2, p. 57-80, 1992.

ROQUE, Tatiana. **História da Matemática**: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SANTOS, Ana Paula Alves; ALVES, Francisco Régis Vieira. A teoria das situações didáticas no ensino das Olímpiadas de Matemática:Uma aplicação do Teorema de Pitot. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 9, n. 4, p. 279-296, 2017.

SILVA, Albina Pereira de Pinho; SANTOS, Leandra Ines Seganfredo; SEGRILLO, Priscila Marengo. Constituição da Identidade profissional dos licenciandos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência: um estudo na UNEMAT-Campus Juara. **Revista Educação**, Pinheiros, v. 2, n. 23, p. 1-12, 2016.

SILVA, Benedito Antonio. Contrato didático. *In*: MACHADO, Silvia Dias Alacântara (Org.). **Educação matemática**: uma (nova) introdução. São Paulo: EDUC, 2008. p. 49-75.

SILVA, Cleusiane Vieira; ALMOULOUD, Saddo Ag. Uma articulação entre o quadro dos paradigmas geométricos e a Teoria das situações didáticas. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 1, p. 111-129, 2018.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2017. 138 p.

SILVEIRA, Hélder Etenro da. **Caminhos e descaminhos do Pibid no cenário atual**: exclusivo. [*S. l.*], 2016. Disponível em: <http://pensaraeducacao.com.br/pensaraeducacaoempauta/caminhos-e-descaminhos-do-pibid-no-cenario-atual-exclusivo>. Acesso em: 12 nov. 2018.

SOARES, Camila M. Machado; LEO, Elisabette. **Impacto da Olimpíada Brasileira de Escolas Públicas (OBMEP) no desempenho em Matemática na Prova Brasil, ENEM E PISA, 2014**. [*S. l.*], 2014. Disponível em: <http://server22.obmep.org.br:8080/media/servicos/recursos/420951.o>. Acesso em: 10 fev. 2017.

SOUZA, Joamir; PATARO, Patricia Moreno. **Vontade de saber Matemática**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Ações Articuladas dos cursos de licenciatura da UFC com escolas públicas de educação básica de Fortaleza**: relatório de atividades, 2009-2010. Fortaleza, 2010.

VELHO, Ana Paula Machado; SANTOS, Laressa. **PCM debate Engenharia Didática de Segunda Geração**. Maringá, 2011. Disponível em: <www.jornal.uem.br/2011/index.php/edicoes-2011/88-jornal-102-outubro-2011/781-pom-debate-engebharia-didática-de-segunda-geracao?tm... >. Acesso em: 10 fev. 2017.

WAGNER, Eduardo. Programa de Iniciação Científica da OBMEP: **Teorema de Pitágoras e áreas**. Rio de Janeiro: IMPA, 2017. v. 3.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ - IFCE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PGECM

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Estimado (a) licenciando (a), você está sendo convidado (a) pela Mestranda Maria Helena de Andrade do Curso Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação do Ceará- IFCE . Tendo como orientador o professor Doutor Raphael Alves Feitosa do Departamento de Biologia da UFC a participar como voluntário de uma pesquisa. Você não deve participar contra a sua vontade.

Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Os benefícios esperados para o voluntário, bem como para a comunidade universitária, é a compreensão, aplicação e expansão da Teoria das Situações Didáticas em nossa sociedade.

Destacamos que você poderá, a qualquer momento, se recusar a continuar participando da pesquisa e, também poderá retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pela pesquisadora que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Informamos que não há nenhum tipo de pagamento para a participação do voluntário.

Garantimos que as informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto. Atestamos o nosso compromisso como pesquisador de utilizar os dados e/ou material coletado somente para esta pesquisa.

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo dessa pesquisa é investigar e analisar as concepções dos licenciandos do PIBID de Matemática da Universidade Federal do Ceará em relação à resolução das situações olímpicas utilizando o software Geogebra, tendo como metodologia a teoria das situações didáticas.

PROCEDIMENTOS DESENVOLVIDOS NA PESQUISA

O procedimento da pesquisa consistirá em resolver questões olímpicas com e sem o uso do Geogebra aplicando a metodologia Ensino a Teoria das Situações Didáticas.

Essas resoluções juntamente com as discussões serão gravadas através de um gravador de voz digital. Você poderá solicitar uma cópia digital dessas discussões e/ou da transcrição desse material.

DESCONFORTOS

É possível que haja um leve desconforto durante a estruturação e aplicação das questões, pois a mesma exige que o participante dedique algum tempo de seu dia para a tarefa. No entanto, os resultados estarão à sua disposição quando finalizada.

INFORMAÇÕES SOBRE SIGILO E ANONIMATO

Garantimos que as informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

O abaixo assinado ____________________________________ , _________ anos, portador do RG nº ___________________ declara que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntário da pesquisa.

Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma cópia assinada deste termo.

Fortaleza, ____ de ____________ de _______

Assinatura do voluntário: ____

_________________________ _________________________

Maria Helena de Andrade Testemunha

Pesquisadora Responsável

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA COORDENADORA DA PESQUISA

Título do Projeto: Aplicação das Situações Didáticas Olímpicas numa abordagem Experimental na Formação Docente.

Pesquisadora Responsável: Maria Helena de Andrade

Instituição a que pertence a Pesquisadora Responsável: IFCE

Local de Cadastro deste projeto: Comitê de Ética da Universidade Federal do Ceará/ PROPESQ (Cód. 5054), através da Plataforma Brasil do Ministério da Saúde, cadastrado com o código Nº 5064315.7.0000.5054.

Telefones para contato com a pesquisadora:

E-mail da pesquisadora:

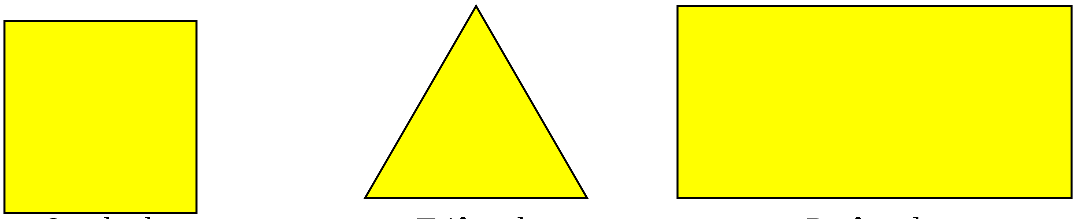
ANEXO A – LISTA DAS QUESTÕES APLICADAS PELOS PARTICIPANTES NAS ESCOLAS

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ - IFCE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PGECM

LISTA DE QUESTÕES

Questão 1:

O perímetro de cada figura a seguir é 36 dm.



Quadrado Triângulo Retângulo

a. Calcule a área de cada figura.
b. Qual dessas figuras possui a maior área? E qual possui a menor área?

Questão 2:

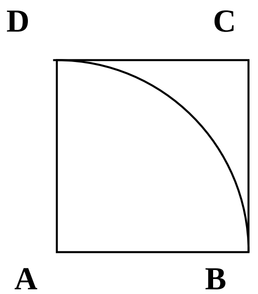
A base de uma pirâmide é uma das faces de um cubo de aresta 2cm. Sendo a aresta lateral da pirâmide igual a diagonal do cubo e supondo que a pirâmide e um cubo estão em semi espaço oposto em relação ao plano da base da pirâmide. Calcule a área total do sólido formado pela união da pirâmide com cubo.

Questão 3:

No momento do dia em que os raios do sol estão inclinados 45º em relação ao solo o mastro no pátio de uma escola projeta uma sombra de 4,35m. Qual é a altura desse mastro?

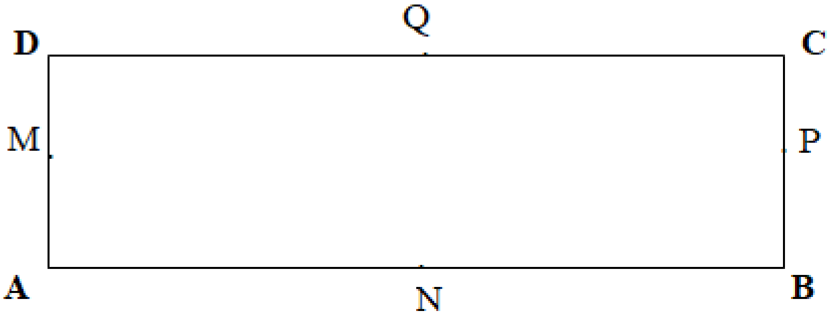
Questão 4:

A figura ABCD é um quadrado e BD um arco de circunferência de centro A. Qual é a área da parte ABD? Faça $\pi = 22/7$.



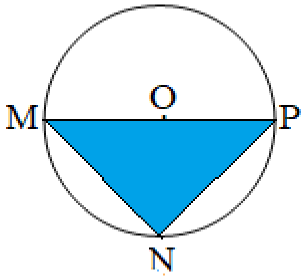
Questão 5:

Na figura a seguir tem se um retângulo cujos lados medem 8cm e 6cm. Os pontos M, N, P e Q são pontos médios dos lados. O perímetro em cm, do quadrilátero é?



Questão 6:

Sabendo que a circunferência de centro **O** a corda $\overline{MN}$ mede 6 cm, calcule a área do triângulo em azul.
Raio: 3,75 cm.



Questão 7.

Sabe-se que a moeda de 1 real, atualmente em circulação no Brasil, possui centro prateado, composto de aço inoxidável e um anel externo dourado, composto de aço revestido de bronze.

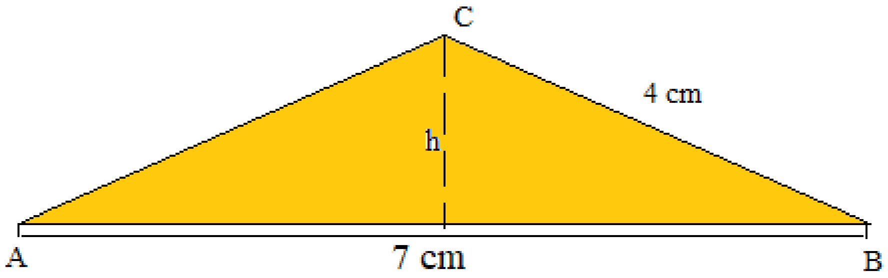
De acordo com as indicações, qual a área aproximada ocupada pelo anel dourado em cada face dessa moeda?

Questão 8.

Qual a área de um circulo cujo comprimento de sua circunferência é 56,52 m?

Questão 9.

Determine a área da região triangular abaixo.



Questão 10:

Um paralelogramo tem lados medindo 6 cm e 8 cm. Sabendo que a diagonal menor mede $\sqrt{52}$ cm, calcule a medida da diagonal maior e sua área.