desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Situações Didáticas Olímpicas e o GeoGebra contribuindo na formação inicial do professor de Matemática

Olympic Didactic Situations and GeoGebra contributing to the initial formation of the Mathematics teacher

Italândia Ferreira de Azevedo
EEEP Joaquim Moreira de Sousa,
Secretaria de Educação do Ceará – SEDUC
italandiag@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4684-5397

Francisco Régis Vieira Alves
Instituto Federal de Educação, Ciências e Educação do Ceará,
fregis@gmx.fr
https://orcid.org/0000-0003-3710-1561

Resumo:
Este artigo trata-se de um trabalho de pesquisa que surgiu da necessidade de motivar e formar futuros professores de Matemática à trabalharem com problemas de olimpíadas em suas aulas e instigarem o espírito investigativo de seus alunos. Para isso, foi necessário conhecer como acontece as formações de professores para olimpíadas de Matemática e os pressupostos da Teoria das Situações Didáticas como fundamentação teórica. Este trabalho teve como objetivo apresentar a aplicação de uma Situação Didática Olímpica que gere a manifestação dos conceitos epistêmicos dos professores em formação inicial sobre o conteúdo de Sequências Numéricas amparada pelo *software* GeoGebra. A metodologia seguiu as etapas da Engenharia Didática de Formação em consonância com a Teoria das Situações Didáticas tendo como suporte o GeoGebra. Os participantes do experimento foram cinco estudantes do curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Fortaleza. A coleta de dados aconteceu a partir de instrumentais como: registros fotográficos, gravação de áudios, questionários, produções escritas dos participantes, observações e entrevista. A partir da análise da aplicação, encontrou-se como resultado a manifestação de outras formas de compreender o assunto de Sequências Numéricas, não esperadas na análise a priori. Outra descoberta foi a satisfação em usar o aplicativo do GeoGebra no celular como forma de resolver problemas. Com efeito, conclui-se que trabalhar com problemas olímpicos auxilia na formação inicial dos professores de Matemática, seja na elaboração de conjecturas, no aprofundamento dos conteúdos e na elaboração de estratégias durante a resolução de problemas.

Palavras-chave: Situações Didáticas Olímpicas; Teoria das Situações Didáticas; Engenharia Didática de Formação; Formação de professor de Matemática; GeoGebra.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Abstract:
This article is a research work that arose from the need to motivate and train future mathematics teachers to work with Olympics problems in their classes and instigate the investigative spirit of their students. For this, it was necessary to know how teacher training for mathematics Olympics happens and the assumptions of Theory of Didactic Situations as a theoretical foundation. This work aimed to present the application of an Olympic Didactic Situation that manages the manifestation of the epistemic concepts of teachers in initial training on the content of Numerical Sequences supported by the GeoGebra software. The methodology followed the stages of Didactic Training Engineering in line with the Theory of Didactic Situations supported by GeoGebra. The experiment participants were five students from the Mathematics degree course at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará - IFCE, Fortaleza Campus. The data collection took place using instruments such as: photographic records, audio recording, questionnaires, participants' written productions, observations and interviews. From the analysis of the application, it was found as a result the manifestation of other ways of understanding the subject of Numerical Sequences, not expected in the analysis a priori. Another discovery was the satisfaction of using the GeoGebra application on the cell phone as a way to solve problems. In fact, it is concluded that working with Olympic problems helps in the initial training of Mathematics teachers, whether in the elaboration of conjectures, in the deepening of the contents and in the elaboration of strategies during problem solving.

Keywords: Olympic Didactic Situations; Theory of Didactic Situations; Didactic Training Engineering; Mathematics teacher training; GeoGebra.

Abstracto:
Este artículo es un trabajo de investigación que surge de la necesidad de motivar y capacitar a los futuros profesores de matemáticas para trabajar con problemas olímpicos en sus clases e instigar el espíritu investigador de sus alumnos. Para ello, era necesario conocer cómo se desarrolla la formación docente para las Olimpiadas de matemáticas y los supuestos de la Teoría de Situaciones Didácticas como fundamento teórico. Este trabajo tuvo como objetivo presentar la aplicación de una Situación Didáctica Olímpica que gestiona la manifestación de los conceptos epistémicos de docentes en formación inicial sobre el contenido de Secuencias Numéricas soportados por el software GeoGebra. La metodología siguió las etapas de Ingeniería de Formación Didáctica en línea con la Teoría de Situaciones Didácticas apoyada por GeoGebra. Los participantes del experimento fueron cinco estudiantes de la carrera de Matemáticas del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará - IFCE, Campus Fortaleza. La recolección de datos se realizó utilizando instrumentos como: registros fotográficos, grabaciones de audio, cuestionarios, producciones escritas de los participantes, observaciones y entrevistas. A partir del análisis de la aplicación, se encontró como resultado la manifestación de otras formas de entender el tema de las Secuencias Numéricas, no esperadas en el análisis a priori. Otro descubrimiento fue la satisfacción de utilizar la aplicación GeoGebra en el teléfono celular como una forma de resolver problemas. De hecho, se concluye que trabajar con problemas olímpicos ayuda en la formación inicial de los profesores de Matemática, ya sea en la elaboración de conjeturas, en la profundización de los contenidos y en la elaboración de estrategias durante la resolución de problemas.

Palabras clave: Situaciones didácticas olímpicas; Teoría de Situaciones Didácticas; Ingeniería de Formación Didáctica; Formación de profesores de matemáticas; GeoGebra.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Introdução

As Olimpíadas de Matemática, no Brasil, vêm repercutindo excelentes resultados a cada ano e atraindo um maior número de participantes (Obmep, 2017), consequentemente, um maior envolvimento de escolas e professores em suas preparações. Para Santos e Alves (2017), a crescente participação dos estudantes se justifica pelo fato da prova envolver estratégias diferenciadas, por tratarem de problemas que requerem do estudante criatividade e raciocínio. Tais problemas são apresentados de forma instigante para os alunos, abordando múltiplos aspectos matemáticos, sociais e culturais.

De acordo com a Obmep (2017, p. 5), "fica evidente que a Olimpíada não apenas detecta talentos, mas também identifica e motiva grupos organizados de professores e alunos, que mostram ser possível, com estudo e dedicação, alcançar as mais elevadas posições nessa competição nacional". Claro que não é um trabalho fácil, pois o professor tem a difícil missão de tentar nivelar o ensino para alunos com diferentes níveis de conhecimento. Assim, por diversas vezes, as aulas voltadas para as olimpíadas ocorrem em horários extra, além da carga horária da disciplina de Matemática, sendo em contraturnos, intervalos e até em dias não letivos como os sábados.

Com isso, percebe-se que, antes de tudo, é fundamental o engajamento do professor de Matemática e a parceria da escola para que esse trabalho de preparação aconteça de forma positiva. De acordo com Santos e Abreu (2011):

> *[...] o professor tem um papel importantíssimo na mobilização dos alunos para participarem da Olimpíada e no fornecimento de subsídios em sala de aula, sobretudo no decorrer de sua intervenção pedagógica, para que seus alunos se interessem em participar da olimpíada com engajamento e de forma consistente. Diante desse quadro, considerando o papel crucial do professor de matemática no processo como um todo, e absolutamente pertinente revelar ações docentes na mobilização bem sucedida de seus alunos para participarem da OBMEP. (Santos & Abreu, 2011, p. 50).*

A partir do exposto, constata-se a participação do professor no sucesso do aluno. Entretanto, na contramão deste fato, sabe-se que uma minoria dos professores insere esses tipos de problemas em suas práticas pedagógicas, por sua dificuldade e complexidade. Conforme Carneiro (2004), muitas pessoas pensam que estudar Matemática para participar de olimpíada exige estudar conteúdos que vão além do que é proposto na Educação Básica. Segundo esse autor, essa informação está totalmente errada, pois os problemas não exigem uma Matemática além da das séries escolares, mas sim muito raciocínio e criatividade. Isto é, resolver problemas de olimpíadas conduz o aluno a experimentar sua inteligência.

Partindo dessa problemática, surgiu o seguinte problema de investigação: Como motivar os professores de Matemática a trabalharem com problemas de olimpíadas? Como inserir essa prática de resolver problemas de olimpíadas ainda na formação inicial do professor de Matemática e que gere novas aprendizagens?

Para responder essas perguntas, foi necessário fazer um trabalho, a nível de mestrado, que explorasse uma teoria de ensino (Teoria das Situações Didáticas) e seus pressupostos em

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

modelar uma situação de aprendizagem a partir de resolução de problemas de olimpíadas, ao mesmo tempo, amparada pelo *software* GeoGebra. Em relação aos problemas de olimpíadas, vinculamos com o que chamamos de Situação Didática Olímpica (SDO), definida por Oliveira (2016) como sendo situações de ensino para resolução de problemas olímpicos segundo as fases dialéticas de Brousseau (2008), que serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

Então, este trabalho tem como objetivo apresentar uma aplicação de uma Situação Didática Olímpica que gere a manifestação dos conceitos epistêmicos dos professores em formação inicial sobre o conteúdo de Sequências Numéricas, tendo como recurso pelo *software* GeoGebra.

A escolha do conteúdo de Sequências numéricas se deve ao fato de iniciar seu ensino nos anos iniciais do Ensino Fundamental e se estender até o Ensino Superior, além de estar presente nos três níveis da prova da OBMEP. Os participantes do experimento foram com cinco estudantes do curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Fortaleza, durante um curso de formação sobre resolução de problemas que aconteceu em abril de 2019.

A referida pesquisa de mestrado foi estruturada a partir da metodologia Engenharia Didática de Formação (EDF), que nos permitiu a concepção, aplicação, observação e análise da situação didática. Ademais, o critério de análises das ações dos sujeitos seguiu as etapas de ação, formulação, validação e institucionalização, etapas que constitui a TSD e que usaremos para analisar os dados.

Engenharia Didática de Formação

Esta pesquisa adotou como metodologia, a Engenharia Didática de Formação (EDF) devido seu interesse de "modelizar e compreender, prever e antever a função do professor em todo o processo e sistema educativo". (Alves & Catarino, 2017, p. 133). Esta metodologia de pesquisa é vista como uma generalização da Engenharia Didática Clássica (usa as mesmas etapas), todavia voltada, especificamente, para formação de professores e produção de material didático.

A Engenharia Didática é caracterizada como um esquema experimental baseado em sequências didáticas em sala de aula (Artigue, 1996), ou seja, apoia-se nos fenômenos que abrangem "concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino". (Almouloud & Coutinho, 2008, p. 66). Ela é classificada como qualitativa e tem uma singularidade própria, que é usar a validação interna, isto é, o número de participantes pode ser pequeno e não é necessário a aplicação de um pré-teste ou de um pós-teste.

A Engenharia Didática (ED) é composta por quatro etapas fundamentais: 1) análise preliminar, que se caracteriza por fazer um levantamento histórico sobre o conceito a ser ensinado, bem como suas condições de aprendizagem; 2) concepção e análise *a priori*, define-se pelo planejamento e elaboração das situações didáticas, além da criação de hipóteses referentes a essas situações didáticas; 3) experimentação, momento que acontece a aplicação das situações didáticas e são coletados os dados da pesquisa; e 4) análise *a posteriori* e validação, em que os dados obtidos são listados e organizados para que, em seguida, sejam comparados com a

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

análise *a priori*, a fim de serem validados, ou seja, fazer um confronto da análise *a priori* com as observações coletadas na experimentação.

Desse modo, a ED contempla a pesquisa e a prática, além de abrir espaço para voltarmos a alguma das etapas quando é sentida a necessidade ou quando o objetivo da aula não foi atingido.

Com o passar dos anos, a Engenharia Didática vem desenvolvendo-se (evoluindo) e ampliando sua noção de complementariedade de engenharia.

Perrin-Glorian (2009) nos apresenta a noção de Engenharia Didática de Segunda Geração (Engenharia Didática de Desenvolvimento ou Engenharia Didática de Formação) a partir da necessidade de estudar o professor, visto que ele já estava envolvido nas investigações didáticas. Então, a **Engenharia Didática de Formação se originou com o propósito de ampliar a investigação didática e incluir o professor, uma vez que a ED** era vista somente de forma adidática, ou seja, as situações não tinham o envolvimento do professor, sendo ele de fundamental importância na devolução e institucionalização das situações didáticas.

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

Sendo útil, nesta pesquisa, nos requisitos de acompanhar o desenvolvimento profissional do futuro professor de Matemática a partir de suas ações e reflexões durante a aplicação das Situações Didáticas Olímpicas, observando seus conhecimentos cognitivos sobre o assunto estudado e produzindo recursos (produtos) que podem ser utilizados quando estiverem em atuação docente.

A seguir, apresentamos a primeira fase da ED, na qual descrevemos sobre a formação do professor na perspectiva do trabalho com olimpíadas de Matemática e a Teoria das Situações Didáticas (TSD) como uma grande aliada no ensino e aprendizagem em Matemática.

Formação de professores para Olimpíadas de Matemática

Antes de 2014 não existia nenhum programa no Brasil voltado especificamente para a formação de professores que trabalhassem com Olimpíadas de Matemática, cabendo ao professor buscar e capacitar-se de forma autônoma. Dessa forma, era comum haver desistência e desmotivação do professor de Matemática.

Mas devido o número crescente de participantes e professores envolvidos na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas - OBMEP, em 2014 foi lançado o primeiro programa direcionado à formação de professores que trabalham com Olimpíadas, chamado de OBMEP na Escola, organizado pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Esse

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

programa tem como objetivos contribuir para a formação de professores em Matemática, estimulando estudos mais aprofundados e a adoção de novas práticas didáticas em suas salas de aula, promovendo atividades extraclasse com o uso dos materiais da OBMEP, visando também melhoria da formação do professor de Matemática, refletindo no desempenho dos alunos submetidos às Olimpíadas.

A partir da OBMEP sugiram vários pesquisas e produtos educacionais como de Alves (2010), Caldas e Viana (2013), Badaró (2015) e Santos (2018) que apresentam propostas de como trabalhar os problemas dessa olimpíada em sala de aula para atingir um maior número de alunos à participar dessa olimpíada, além de fazer uma relação com o uso de algumas metodologias de ensino como a de incentivar a resolução de problemas e ao manuseio do GeoGebra.

Outro programa que surgiu para contribuir com a formação de professores que trabalham ou identificam-se com as olimpíadas de Matemática foi o Programa de Aperfeiçoamento de Professores Olímpicos – PROLÍMPICO. Também crido pelo IMPA, tendo sua primeira edição em Janeiro de 2020. Este programa visa oferecer treinamento gratuito para professores de matemática de todo o Brasil, abordando assuntos relativos às olimpíadas de matemática do ensino básico.

Além desses dois programas, encontramos vários trabalhalhos acadêmicos que abordam essa temática; formação de professores no contexto das olimpíadas de Matemática, a citar alguns temos Azevedo e Alves (2018) e Alves (2019) que abordam o uso de Situações Didáticas Olímpicas como proposta de gerar um ambiente de formação e aprendizagem para o ensino de olimpíadas.

Teoria das Situações Didáticas e Situações Didáticas Olímpicas

A Teoria das Situações Didática (TSD) faz uma relação entre três elementos fundamentais: professor, aluno e saber. As relações entre professor-saber, saber-aluno e aluno-professor são definidas como dinâmicas e complexas, ficando a relação entre professor-aluno ou aluno-professor vista como uma relação assimétrica quando relacionada ao saber.

Almouloud (2007) apresenta que os docentes e discentes são personagens indispensáveis na relação de ensino e aprendizagem, bem como o meio (*milieu*) em que a situação didática se faz presente. Ainda, segundo Almouloud (2007, pp. 32-33), a teoria das situações se apoia em três hipóteses, esclarecidas a seguir:

> *1. O aluno aprende adaptando-se a um milieu, que é fator de dificuldades, de contradições, de desequilíbrio. Esse conhecimento, fruto da adaptação dos alunos, manifesta-se pelas novas descobertas, que são a prova da aprendizagem.*
> *2. O professor deve criar e organizar um milieu que seja suficiente para desenvolver situações suscetíveis de promover uma aprendizagem mais significativa.*
> *3. O milieu, juntamente com as situações didáticas, deve engajar os conhecimentos matemáticos envolvidos durante o processo de ensino e aprendizagem.*

Um fato muito importante, que deve ser observado na TSD, é a questão da escolha ou elaboração de uma situação didática, seja ela na forma de resolução de problema ou jogo. A situação

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

didática deve ser bem escolhida e sempre com a intencionalidade de ensino e aprendizagem não revelada pelo professor. Desse modo, as situações propostas podem provocar o aparecimento dos conhecimentos prévios dos alunos em suas respostas, sendo corretas ou não, porém sem declarar para o aluno a intenção didática.

Já a situação didática, para Brousseau (2008), tem como ideia tornar o aluno um pesquisador, testando conjecturas, formando hipóteses, provando, construindo modelos, conceitos, teorias e socializando os resultados, cabendo uma grande responsabilidade do professor em promover situações favoráveis, para que o aluno transforme essa sabedoria em conhecimento. Para que tudo isso aconteça, a situação adidática precisa acontecer de forma satisfatória e, que fique claro, é uma parte essencial da situação didática.

A TSD decompõe o processo de aprendizagem em quatro etapas, sendo que, nessas etapas, o aluno apresenta relações diferenciadas com o saber. Essa teoria de ensino pode ser modelada nas situações de: ação, formulação, validação e institucionalização. Essas fases são descritas, a seguir, conforme as ideias de Brousseau (2008).

Situação de ação: nessa etapa, acontece o primeiro contato dos alunos com a situação-problema, cabendo a ele buscar, em seus conhecimentos, elementos necessários à solução, ao mesmo tempo, interagindo com o *milieu* na obtenção de uma estratégia de resolução.

Situação de formulação: essa etapa é caracterizada pela troca de informações (escrita ou oral) entre o aluno e o *milieu,* permitindo uma linguagem adequada, mas sem exacerbada preocupação com uma linguagem matemática formal.

Situação de validação: nessa etapa, faz-se necessário o uso de uma linguagem matemática mais cuidadosa, pois é, aqui, que os alunos devem apresentar, individualmente ou em grupo, suas soluções. Deve existir cuidado na comunicação, para que ela seja suficientemente clara para o restante da turma, já que são eles, seus pares, que irão julgar a certeza/pertinência/precisão das afirmações feitas.

Situação de institucionalização: última etapa, aqui, o professor revela sua verdadeira intenção através do problema proposto. Ele faz uma análise e síntese das respostas e soluções dos alunos, apresentando a formalização matemática esperada para o assunto escolhido, levando em conta as soluções e concepções apresentadas pelos alunos, situando-as dentro da teoria matemática que se deseja abordar.

As três primeiras fases caracterizam a situação adidática, que, segundo Brousseau (1986) *apud* Teixeira e Passos (2013), é representada pelo esforço independente do aluno, em certos momentos de aprendizagem. Já para o professor, cabe a função somente de mediador. Porém, quando o aluno apresenta dificuldade na resolução da situação adidática, "o professor deve expressar intenção de orientá-lo no encaminhamento da resolução, caracterizando, assim, uma situação didática. Portanto, toda situação adidática pode tornar-se um tipo de situação didática". (Teixeira & Passos, 2013, p.164).

Na última fase, Brousseau (2008, p. 21) pondera que o papel da institucionalização é "prover sentido de um saber". Seguindo essas quatro fases, o professor não fornece a resposta ao aluno, fazendo com que o educando participe efetivamente da construção do seu saber, com base em suas experiências e em sua interação com o meio.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Partindo dessa teoria de ensino, que busca provocar a construção do conhecimento do aluno a partir da resolução de problemas e o incentivo à investigação, surgiu uma nova abordagem para essa interação que ficou conhecida com **Situação Didática Olímpica (SDO).**

A SDO está fundamentada a partir da noção de situação didática de Brousseau (2008). Entretanto, este pesquisador não utilizava problemas de olimpíadas para o ensino de Matemática, voltava sua investigação, especificamente, para os fenômenos de ensino e aprendizagem da matemática para os anos iniciais.

Contudo, nesta pesquisa, chamamos esses "problemas" de Problema Olímpico (PO), em que o mesmo apresenta uma abordagem diferenciada dos demais problemas encontrados nos livros didáticos ou avaliações externas, seja pelas múltiplas habilidades exigidas em uma única questão ou pela forma em que é apresentada/contextualizada a situação-problema, tornando, assim, o problema desafiador e instigante.

Partindo dessa ideia, surge a proposta de usar os problemas de olimpíadas nas situações didáticas, pois, de acordo com Oliveira, Alves e Silva (2017, p. 251), a situação didática olímpica "servirá de apoio às atividades olímpicas ministradas pelo professor", provocando os conhecimentos prévios dos alunos e estimulando o processo de aquisição do conhecimento matemático.

Santos e Alves (2017) nos apresentam uma definição para SDO, sendo:

> *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 de um conhecimento constituído ou em vias de constituição, oriundo de um ambiente de competição e problemas ou um conjunto de problemas característicos das olimpíadas (***Santos & Alves, 2017, p. 285).**

Assim, entendemos que uma SDO pode ser considerada uma proposta de uma sequência didática capaz de estabelecer relações de ensino-aprendizagem em matemática, a partir de situações de ensino, com base na convivência com problemas que possuem características de olimpíadas, ou seja, problemas encontrados em provas de competição. Então, podemos expressar uma SDO pela seguinte relação:

$$SDO = PO + TSD$$

Sendo especificados:
SDO = Situação Didática Olímpica
PO = Problema Olímpico
TSD = Teoria das Situações Didáticas

A SDO inicia com uma situação adidática, isto é, uma situação em que a intenção de ensinar não é revelada para o aluno e se encerra com a reorganização, por parte do professor, do saber produzido pelos alunos, ou seja, seguindo as dialéticas (ação, formulação, validação e institucionalização).

A seguir, apresetamos a análise a priori deste trabalho, considerada a segunda fase da ED.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

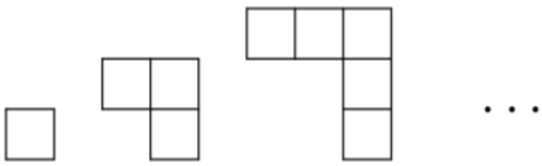
Análise a priori

Nesta etapa procuramos prever uma possível solução, entre as diversas que podem surgir pelos participantes, como intenção de mobilizar os conhecimentos adquiridos para o estudo de sequências numéricas a encontrar o padrão proposto no problema, ou seja, ele precisa identificar a quantidade de quadradinhos que formam a peça de número 50.

Além disso, construiremos, juntamente com os futuros docentes, a modelagem geométrica desse problema no aplicativo do GeoGebra do *smartphone*. A situação possibilita a utilização de conhecimento prévio a respeito de sequências numéricas e noção de padrão. A seguir, apresentamos a situação.

Problema Olímpico - Banco de Questões 2016 - Nível 1 - questão 16.

Somando pecinhas – Considere a seguinte sequência de pecinhas, em que a pecinha de número 1 é um quadradinho. Quantos quadradinhos formam a pecinha de número 50?



Seguindo as fases da TSD para modelar essa aprendizagem temos:

Situação da Ação – Desejamos que os futuros docentes comecem a analisar a sequência para descobrir algum padrão entre as figuras, pois esse é o momento de pensar, agir e refletir sobre o problema. Nesse caso, esperamos que eles observem que, a cada figura da sequência, é aumentado um quadradinho à esquerda e um abaixo da figura anterior e que fundamentem essa observação com uma generalização matemática.

Após a construção da modelagem geométrica da sequência de quadradinhos no GeoGebra[1] (Figura 1), pediremos que os professores em formação analisem o padrão de crescimento das figuras da sequência a partir do movimento do controle deslizante.

[1] O passo a passo dessa construção se encontra em Lima (2019, p. 97) ou, para acessar a construção, clique em: <https://www.geogebra.org/m/vrravuhx>.

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

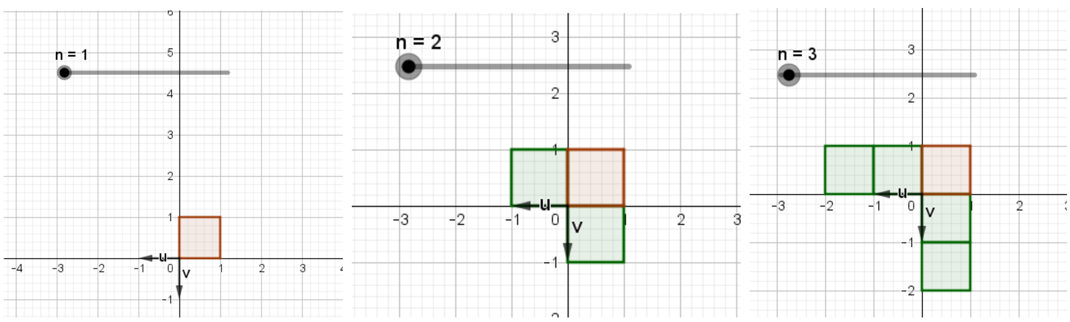


Figura 1 - Modelagem geométrica do problema e construção para n=2 e n=3.
Fonte: Construção nossa.

Situação da Formulação – Nesse momento, esperamos que aconteçam as trocas de informações (oral ou escrita) com os colegas e a interação com o problema no GeoGebra. O futuro docente deverá observar que, na primeira peça, existe apenas um quadradinho. Na segunda peça, são 2 x 2 - 1= 3 quadradinhos, ou seja, acrescentou um quadradinho à esquerda e um abaixo do primeiro quadrado da sequência; na terceira figura, 2 x 3 – 1 = 5 quadradinhos, ou seja, dois quadradinhos à esquerda e dois abaixo e deverá prever que, sendo assim, na enésima figura, serão 2 x n – 1 quadradinhos.

Então, o futuro professor poderá simular, no GeoGebra, a peça da posição 50 (Figura 2) e visualizar a quantidade de quadradinhos, porém fica muito “trabalhosa” a contagem dos quadradinhos, por isso, a importância do professor ou do aluno criar um modelo matemático para generalizar o padrão dessa sequência.

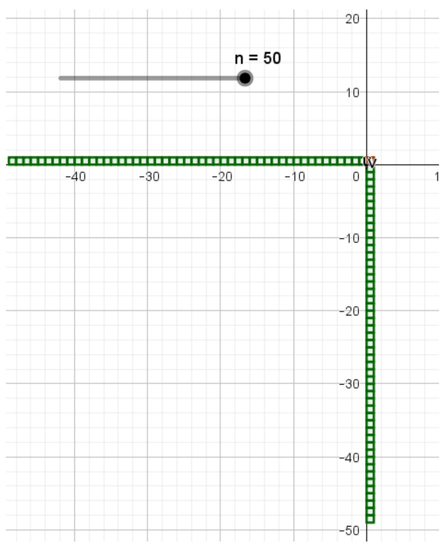


Figura 2 - Construção da figura para n = 50.
Fonte: Construção nossa.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Dessa forma, o futuro docente precisa desenvolver uma fórmula que represente esse padrão, para, assim, resolver o problema usando uma estratégia mais rápida e eficiente. Para que ele crie o modelo matemático, inicialmente, deverá perceber que o acréscimo de quadradinhos sempre é um múltiplo de 2 por estarem sendo acrescentados quadradinhos à esquerda e abaixo da figura anterior. É, nesse momento, segundo Almouloud (2007, p. 38), "que o aluno ou grupo de alunos explicita, por escrito ou oralmente, as ferramentas que utilizou e a solução encontrada".

Então, esperamos que os futuros docentes concluam que a pecinha 50 terá 2 x 50 – 1 quadradinhos, a partir da generalização dada por $2n-1$ $2n-1$, com $n \in IN$ $n \in IN$.

Situação da Validação – Nessa etapa, o futuro professor validará o modelo por ele criado. Essa mostra é para toda a turma ou colegas de formação, no nosso caso. Além disso, os colegas podem concordar com a solução apresentada ou pedir mais explicações ou, simplesmente, rejeitar o resultado, justificando sua discordância com uma nova proposta de solução. No entanto, como o público são professores, esperamos que surjam várias soluções para esse problema. Mas propomos como solução o seguinte modelo:

2n -1, com $n \in IN$ $n \in IN$, temos
2 x 50 – 1 = 99 quadradinhos

Eles poderão voltar a manusear o *software* GeoGebra como forma de comprovar que o modelo matemático proposto serve para qualquer posição da figura, basta movimentar o controle deslizante e verificar na tela do celular as alterações sofridas nas peças, ou seja, o acréscimo de quadradinhos à esquerda e abaixo.

Situação da Institucionalização – Nesse momento, a professora pesquisadora "fixa convencionalmente e explicitamente o estatuto cognitivo do saber". (Almouloud, 2007, p. 40) a partir de todas as produções apresentadas no momento anterior e validadas pelos participantes. Com isso, a pesquisadora ordenará e organizará essas produções por meio da seguinte propriedade[2].

(P2) Determinar uma fórmula para a soma dos n primeiros números ímpares, isto é,

$$\boldsymbol{S_i\,(n) := 1 + 3 + 5 + \cdots + 2n - 1}.$$

com $n \in IN$ $n \in IN$.

Por fim, nesse momento, devemos tirar as possíveis dúvidas sobre o conteúdo matemático do problema e fazer reflexões sobre o uso de estratégias simples para os alunos da educação básica, além de discutir sobre o uso do software GeoGebra no *smartphone*, suas vantagens e desafios.

Na próxima seção, apresentamos a terceira fase da ED, na qual descrevemos a experimentação.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Experimentação

De acordo com a ED, esta etapa se resumo em descrever um cenário de como aconteceu a aplicação, incluindo os sujeitos da pesquisa, seu lócus e o período, informando, também, os instrumentos para a coleta dos dados.

A pesquisa de mestrado aconteceu durante quatro encontros, cujo intuito de observar e analisar as ações dos futuros professores no ato de resolver problemas oriundos de olimpíadas de Matemática perante o conteúdo Sequências Numéricas, verificando as manifestações cognitivas durante as aplicações das Situações Didáticas Olímpicas (SDO).

Os materiais necessários, para cada encontro, foram: lápis, papel, projetor multimídia, computador, celular e o *software* GeoGebra. Este *software* foi utilizado em todos os encontros de formação, com o propósito de ajudar no processo de visualização, exploração e construção dos conceitos nas situações didáticas.

Este estudo teve como participantes da pesquisa, cinco estudantes do curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Fortaleza, e que participavam do programa da Residência Pedagógica (RP). A pesquisa foi apresentada para eles e desses, convidamos apenas cinco para participaram da investigação. Essa pesquisa teve a aprovação do comitê de ética.

A escolha dos participantes foi a partir de alguns requisitos, sendo dois deles: 1) estar mais perto de concluir o curso de graduação e 2) possuir um tempo maior no programa de residência pedagógica. Antes de realizar o primeiro encontro, tivemos uma reunião com os participantes e aplicamos um questionário para obtermos informações sobre suas experiências em sala de aula e seus conhecimentos referentes ao *software* GeoGebra.

Em seguida, aplicamos as SDO, uma por encontro, sem informar de imediato que era um problema de olimpíada e qual seu nível, pois o objetivo era eles investigarem e desenvolverem conjecturas a partir de seus conhecimentos prévios e seus conhecimentos com o GeoGebra para atingir um resultado satisfatório e construção de conhecimento.

Para garantir o anonimato dos participantes, denominamo-los de P1, P2, P3, P4 e P5. A coleta de dados aconteceu a partir de instrumentais como: registros fotográficos, gravação de áudios, questionários, produções escritas dos participantes, observações e entrevista.

Por fim, na próxima seção, apresentamos a quarta fase da ED, a análise a posteriori e validação de apenas uma aplicação de uma SDO. Os resultados são discutidos no decorrer desta seção, pois eles são identificados a partir do confronto entre as análises a priori e a posteriori para assim, validar o novo conhecimento e/ou formação do futuro professor ou produção de materiais para sua sala de aula.

Análise *a posteriori* e validação da SDO

No início dessa situação didática, todos os participantes instalaram, em seu celular, o aplicativo do GeoGebra. Logo, iniciamos com a construção da modelagem matemática

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493
ISSN: 1647-3582

do problema, com intenção de fazer com que o futuro professor mobilizasse outras habilidades, como, por exemplo, as que envolvem conhecimentos tecnológicos para o ensino de Matemática.

Em seguida, foi entregue o enunciado do problema, o qual eles leram e começaram a trabalhar em duplas, trocando ideias, realizando as ações e formulações para dar solução à situação, como tínhamos pressuposto na análise *a priori*. Na Figura 3, visualizamos o momento de ação dos participantes.

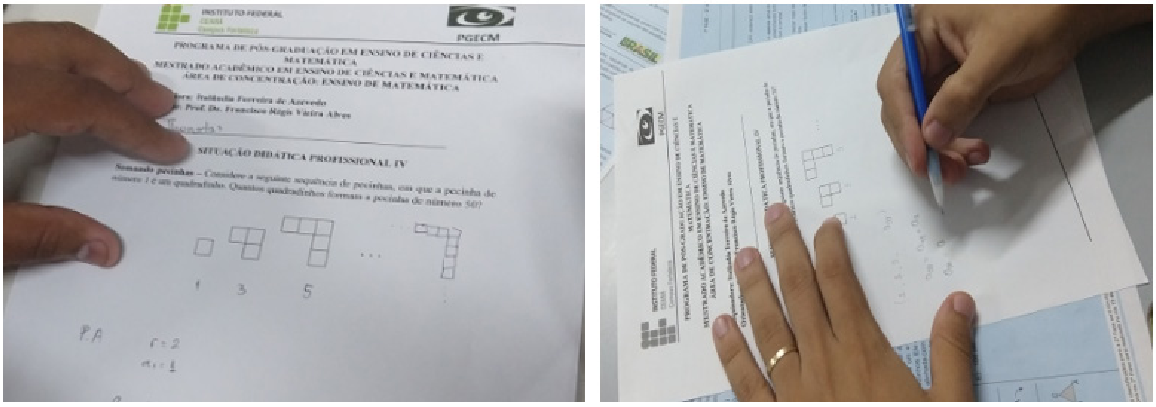


Figura 3 - Momento de ação.
Fonte: Dados da pesquisa.

Ainda, nesse momento de ação, a pesquisadora estimulou o uso da construção, feita por eles no celular (Figura 4), com intenção de que explorassem seus conhecimentos epistêmicos e pragmáticos a partir da visualização da sequência numérica fornecida pela construção.

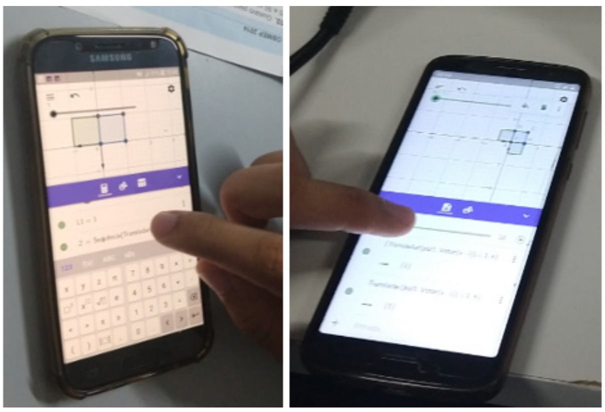


Figura 4 - Exploração da construção no celular.
Fonte: Dados da pesquisa.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Com isso, observamos alguns participantes manipulando a construção com finalidade de identificar o padrão da sequência e construir um modelo conjectural que possibilitasse a compreensão dos elementos matemáticos, como tínhamos previsto na análise *a priori*.

No momento da formulação, observamos a troca de informações entre os participantes referentes ao objetivo do problema. Então, nesse momento, registramos os diálogos entre os alunos sobre a tentativa de padronizar uma fórmula para resolver o problema.

P3: Juntando os quadradinhos anteriores vai aparecer um quadrado perfeito, 3+1=4, ...
P2: Já eu estou percebendo uma PA. Vou tentar encontrar uma padronização.
P4: Esse problema é simples, mas eu quero usar uma linguagem matemática fácil para os alunos, por isso estou tentado identificar um padrão.

Em seguida, buscaram estruturar um modelo matemático a partir do padrão observado anteriormente, recorrendo à álgebra para padronizar uma fórmula (Figura 5), como tínhamos previsto.

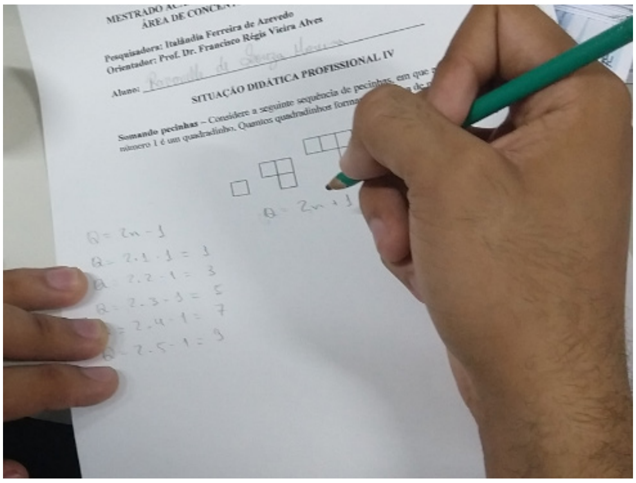


Figura 5 - Desenvolvendo um padrão para a sequência.
Fonte: Dados da pesquisa.

Após algumas formulações escritas no papel, um participante voltou a manusear a construção no GeoGebra para comparar sua parte algébrica com a geométrica. Com isso, ele focou em observar as alterações que aconteciam na sequência a partir do movimento do controle deslizante, conforme a Figura 6.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493
ISSN: 1647-3582

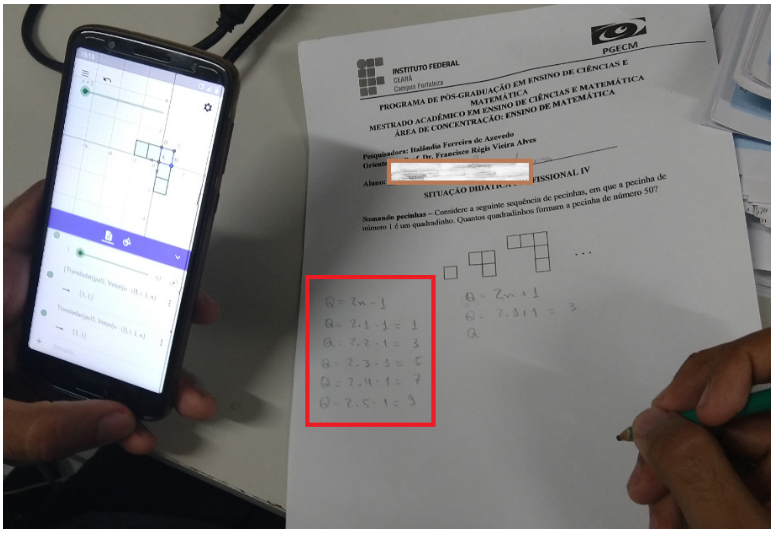


Figura 6- Comparação entre a parte algébrica e geométrica.
Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na figura, percebemos que o futuro professor (P3) observou o que havíamos previsto na análise *a priori*, ou seja, que, na primeira peça, existe apenas um quadradinho; na segunda peça, são 2 x 2 – 1 = 3 quadradinhos, ou seja, acrescentou um quadradinho à esquerda e um abaixo do primeiro quadrado da sequência, seguindo, assim, a mesma estratégia para as demais sequências das figuras a partir da generalização dada por: 2 x n – 1, com $n \in IN$ $n \in IN$.

Na validação, os participantes (P2 e P3) apresentaram suas soluções parecidas com a que tínhamos previsto. Na Figura 7, temos uma demonstração da estratégia de solução dada pelo P3 que está de acordo com a análise *a priori*.

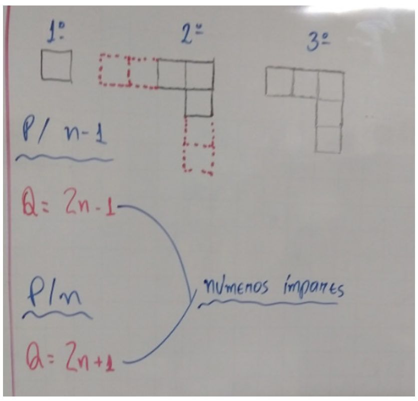


Figura 7 - Estratégia de solução do participante P3.
Fonte: Dados da pesquisa.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

A seguir, analisaremos, com mais detalhe, as ações e conhecimentos epistêmicos e pragmáticos manifestados pelos participantes (P1, P4 e P5). Salientamos que selecionamos esses sujeitos, visto que realizaram outras ações que não tínhamos previsto na análise *a priori.*

O participante P1, na fase de validação (Figura 8), apresentou uma solução simples e direta, expondo apenas conhecimentos triviais de matemática para resolver esse problema, algo que pode ser entendido por qualquer aluno inserido no ensino fundamental II ou ensino médio.

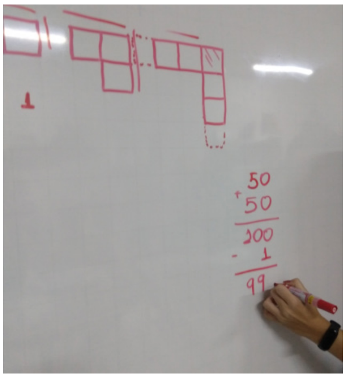


Figura 8 - Estratégia de solução do participante P1.
Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da transcrição do áudio coletado na formação, temos a explicação da estratégia de solução desse participante no momento da validação.

P1: Neste problema é dito que a primeira figura é formada por um quadradinho, a segunda por três e a terceira por 5. Então, se a gente continuasse veria como fosse essa mesma (o P1 aponta para a parte com os pontos tracejados no quadro) e assim, sucessivamente. Eu pensei assim, que na figura 1 tem um quadradinho na vertical e outro na horizontal. Na figura dois, tem dois na vertical e dois na horizontal. Na três a mesma coisa e assim sucessivamente. Então, na figura 50 teria 50 na vertical e 50 na horizontal, aí somaria e daria 100. Só que esse quadradinho aqui (o P1 aponta para o quadrado que junta a parte vertical com a horizontal) é comum, então precisa ser retirado, ficando assim 99 quadradinhos.

O que percebemos, com essa solução, é que esse futuro professor usou seus conhecimentos pragmáticos para criar a melhor estratégia, ou seja, não focou muito na parte do saber matemático, e sim em adaptar sua resposta de acordo com o nível de escolaridade do aluno. Com isso, observamos uma postura de um professor com experiência de sala de aula e que busca refletir sua prática para uma melhor aprendizagem do aluno.

Na solução do participante P4 (Figura 9), percebemos uma estratégia de solução completamente diferente da apresentada pelo participante P1 e que não tinha sido prevista na análise *a priori*, ou seja, não fizemos uma relação que esse problema poderia ser resolvido usando conceitos de quadrado perfeito.

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

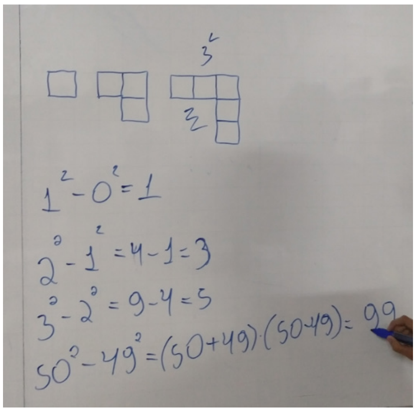


Figura 9 - Solução encontrada pelo participante P4.
Fonte: Dados da pesquisa.

O participante P4 formalizou um modelo matemático a partir dos conceitos de quadrado perfeito. Esse professor em formação observou que, para cada figura, era possível organizar a quantidade de peças de um lado (ao quadrado) menos a quantidade do anterior dele (ao quadrado), como, por exemplo, na primeira figura, temos uma peça, então, o quadrado perfeito dela será $1^2 - 0^2 = 11^2 - 0^2 = 1$. Já o segundo quadrado perfeito será $2^2 - 1^2 = 32^2 - 1^2 = 3$, para a terceira figura, temos o seguinte quadrado perfeito: $3^2 - 2^2 = 53^2 - 2^2 = 5$ e, assim, sucessivamente. Logo, para identificar quantas peças terá a figura de número 50, usando o conceito de quadrado perfeito, é só seguir o que já foi apresentado, ou seja, $50^2 - 49^2 = 99\ quadradinhos$. $50^2 - 49^2 = 99\ quadradinhos$.

O próximo participante, P5, apresenta uma solução usando o assunto de Progressão Aritmética (PA) que também não tinha sido prevista pela pesquisadora na análise prévia. Veja, na Figura 10, como o participante identificou os termos dessa PA.

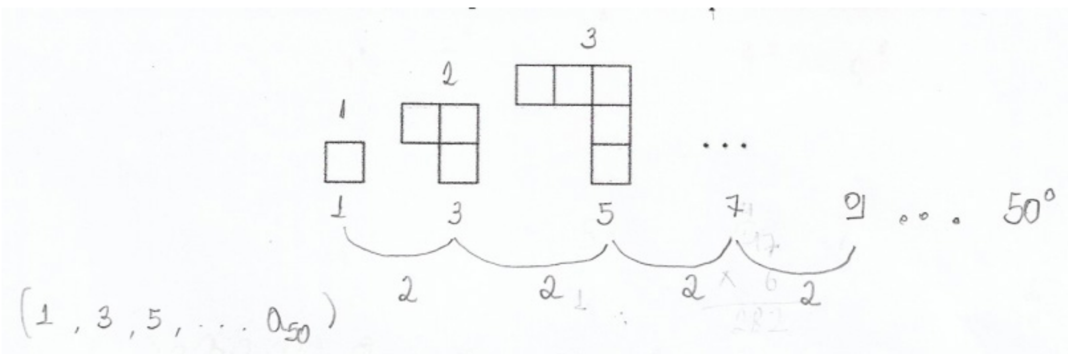


Figura 10- Identificação dos termos da PA pelo participante P5.
Fonte: Dados da pesquisa.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493
ISSN: 1647-3582

A partir da figura acima, observamos que o participante P5 percebeu que a razão da quantidade de quadradinhos de uma figura para outra sempre era 2, ou seja, $r = 2r = 2$. Logo, ele escreveu alguns termos dessa $PA\ (1, 3, 5, \dots, a_{50})PA\ (1, 3, 5, \dots, a_{50})$. Após essa observação, esse futuro professor voltou a analisar essa sequência no GeoGebra para confirmar sua conclusão, conforme Figura 11.

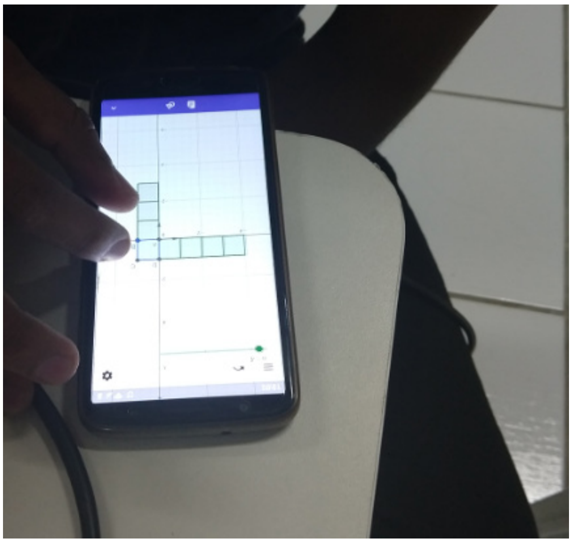


Figura 11 - O participante P5 manuseando a construção no GeoGebra.
Fonte: Dados da pesquisa.

No momento da validação, esse futuro professor apresentou seus argumentos e estratégias para convencer seus colegas que sua proposta de solução seria válida, pois já conhecemos que esse momento, de acordo com Almouloud (2007, p. 39), "é a etapa na qual o aprendiz deve mostrar a validade do modelo por ele criado, submetendo a mensagem matemática (modelo da situação) ao julgamento de um interlocutor". Na Figura 12, temos o modelo da situação apresentada pelo participante P5.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

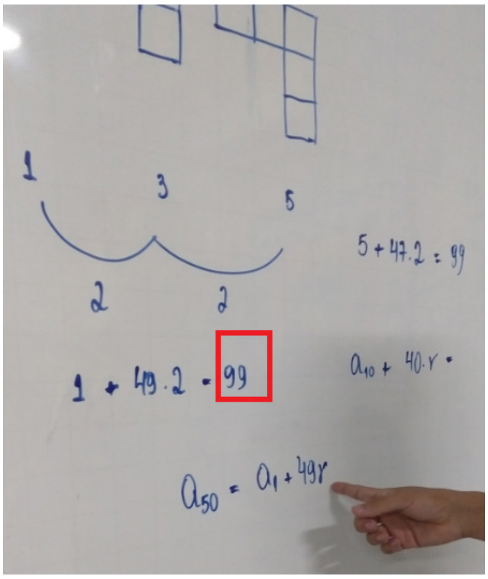


Figura 12 - Solução encontrada pelo participante P5.
Fonte: Dados da pesquisa.

Observe que o professor em formação identificou os termos dessa PA e aplicou na fórmula do termo geral, algo que já havíamos previsto. Então, nesse caso, o P5 identificou que o primeiro termo seria 1 (quadradinho), a razão seria 2 e o número de termos 50 (objetivo do problema). Após aplicar na fórmula do termo geral de uma PA, encontrou 99 quadradinhos.

Visto que todos os participantes conseguiram encontrar 99 quadradinhos para a figura que se encontra na posição 50, afirmamos que o objetivo dessa situação foi atingido. Além disso, foi percebido que esse problema, mesmo tendo sido considerado trivial, despertou outras habilidades de compreensão sobre o assunto e surgiram várias maneiras/estratégias de solução, enriquecendo o ambiente de formação e preparação desses futuros professores para a sala de aula.

Na institucionalização, a pesquisadora fez um levantamento das soluções apresentadas naquele único problema e parabenizou pela diversidade de soluções que surgiram. Em seguida, fez uma reflexão sobre as soluções mais compreensíveis e que podem ser adaptadas e utilizadas para alunos competidores e não competidores de olimpíadas. A reflexão teve como intuito fazer com que eles compreendam a importância de relacionar os conhecimentos epistêmicos e pragmáticos, modelando esses conhecimentos até atingir uma linguagem que possa ser compreendida por todos em sala, algo que não é fácil, exige que o professor utilize de certas habilidades que só a experiência pode oferecer.

Por fim, referente ao processo de utilização do GeoGebra como recurso didático, no final desse encontro, coletamos alguns comentários sobre a contribuição desse *software* no contexto de resolução de problema, veja abaixo os depoimentos dos participantes.

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493
ISSN: 1647-3582

P1: (Não estava presente nesse momento).
P2: Para problemas de Geometria, no caso, esse software se torna muito relevante para o aluno, pois pode fazer com que ele saia da abstração e passe a visualizar ..., seja mais concreto para ele. Para esse problema o GeoGebra foi útil pois possibilitou visualizar o padrão de crescimento dos quadradinhos. Acredito que alunos gostariam sim, de aprender usando o GeoGebra.
P3: Eu acho que o GeoGebra ajuda, mas depende muito da construção também. Para esse problema, eu visualizei o padrão dos números ímpares. O número ímpar a gente consegue construir ele por duas formas, 2n-1 e 2n+1, são essas duas soluções que conseguimos ver pelo GeoGebra. E esse software ajuda a visualizar o crescimento do padrão da sequência, por isso acho que ajuda.
P4: O GeoGebra possibilita a visualização do problema em questão, ajuda bastante no momento da resolução e interpretação do problema.
P5: Eu acho que tem questões que podem ser utilizadas pelo GeoGebra e outras não. Nesse caso, por exemplo, os alunos irão tentar resolver, irão tentar encontrar o padrão. O GeoGebra ajuda na visualização, eles vão contar os quadradinhos tanto no papel como no software, mas depois irão se ater apenas a construção, pois agiliza na visualização das outras sequências, algo que desenha na mão não.

A partir dos diálogos dos participantes, observamos que todos afirmaram que o GeoGebra se tornou muito útil no momento da visualização da sequência, tornando, assim, o problema mais compreensível e didático para qualquer nível de escolaridade. Logo, concluímos que usar recursos digitais para o ensino de Matemática pode ser um diferencial para o ensino de conteúdos e/ou estimular o interesse do aluno na busca do conhecimento.

Considerações Finais

Este artigo apresentou uma aplicação de uma SDO a partir dos pressupostos teóricos da Teoria das Situações Didáticas e da Engenharia Didática de Formação para atingir o seguinte objetivo: apresentar uma aplicação de uma Situação Didática Olímpica que gere a manifestação dos conceitos epistêmicos dos professores em formação inicial sobre o conteúdo de Sequências Numéricas tendo como suporte tecnológico o *software* GeoGebra. Em face a isto, conclui-se que este objetivo foi atingido de forma satisfatória, pois os futuros professores dedicaram-se e assumiram o compromisso em resolver a SDO, expondo seus conhecimentos epistêmicos no decorrer do encontro de formação e explorando o GeoGebra, como forma de facilitar a visualização e compreensão das sequências.

A partir das análises a priori e a posteriori identificamos o crescimento na compreensão dos conceitos sobre Sequências numéricas e o surgimento de diversas estratégias de solução e seus modelos de generalizado. Então, considerando as observações feitas no momento da aplicação da SDO, foi possível analisar o desempenho dos futuros professores a partir de suas ações e reflexões no ato de resolver os problemas. Nessas observações, levamos em conta a forma como eles organizaram suas estratégias e conjecturas, como ocorreu a interação com o GeoGebra e como validaram suas propostas de solução.

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Sendo assim, observamos também, que a TSD deu liberdade aos participantes a agirem, formularem e validarem suas conjecturas análogo ao caminho que realiza um matemático. Então, essa teoria em consonância com o uso de problemas olímpicos e o uso do GeoGebra proporcionou um maior dinamismo durante as oficinas de formação e a criação de um meio atrativo e rico em aprendizagem. Podendo ser adaptado e aplicado em turmas da educação básica, para assim, incentivar e atrair um número maior de alunos a participarem de olimpíadas, e consequentemente, melhorar o ensino de Matemática.

Referências

Almouloud, S. A. (2007). *Fundamentos da Didática da Matemática.* Paraná: UFPR.

Almouloud, S. A., & Coutinho, C. Q. S. (2008). Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. *REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática*, Florianópolis, 3(1), 62-77.

Alves, W. J. S. (2010). *O Impacto da Olimpíada de Matemática em Alunos da Escola Pública*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC. São Paulo – Brasil.

Alves, F. R. V. (2019). Visualizing the olympic didactic situation (ods): teaching mathematics with support of the geogebra software. *Acta Didactica Naposcencia*, 12(2), 97-116. DOI:10.24193/adn.12.2.8

Alves, F. R. V., & Catarino, P. M. M. (2017). Engenharia didática de formação (EDF): Repercussões para a Formação do professor de matemática no Brasil. *Educação Matemática em Revista*, 2(18), 121-137.

Artigue, M. (1996). Engenharia Didática. In: BRUN, J. *Didática das Matemáticas (*pp. 193-217). Tradução de: Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget.

Azevedo, I. F., & Alves, F. R. V. (2018). OBMEP e Teoria das Situações Didáticas: uma proposta para o professor de Matemática. *Educação Matemática em Revista - RS*, 2(19), 82-92.

Badaró, R. L. (2015). *Do zero às medalhas: orientações aos professores de cursos preparatórios para olimpíadas de matemática***.** Dissertação de Mestrado, Universidade federal da Bahia – UFBA. Salvador-Brasil.

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

Caldas, C. C. S., & Viana, C. S. (2013). As Olimpíadas Brasileira de Matemática das escolas públicas na formação de professores e alunos. *Revista Margens Interdisciplinar*, Abaetetuba, 7(8), 325-339.

Carneiro, E. (2004). Olimpíada de Matemática – uma porta para o futuro. *Anais...* II Bienal da SBM, Salvador, 2004. Recuperado de http://carneiro.impa.br/data/_uploaded/file/Bienal2004.pdf

Lima, M. L. O. (2019). *Situações didáticas olímpicas (SDO) para o ensino de sequências numéricas:* um contributo da engenharia didática. Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza-Brasil.

Obmep. (2017). *OBMEP 12 anos.* Rio de Janeiro: IMPA. Recuperado de http://www.obmep.org.br/images/Revista_OBMEP_12_anos.pdf

Oliveira, C. C. N., Alves, F. R. V., & Silva, R. S. (2017). Concepção e descrição de situações olímpicas com auxílio do GeoGebra. *Revista Thema,* 14 (3), 250-263. DOI: 14.2017.250-263.532.

desenvolvimento
curricular
e didática

Indagatio Didactica, vol. 12 (5), dezembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i5.23493

Oliveira, C. C. N. (2016). *Olímpiadas de Matemática: Concepção e descrição de "Situações Olímpicas" com recurso do software Geogebra.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza-Brasil.

Oliveira, K. I. M., & Fernandez, A. J. C. (2012). *Iniciação à Matemática:* um curso com problemas e soluções. 2 ed. Rio de Janeiro: SBM.

Perrin-Glorian, M. J. (2009). L'ingénierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement des ressources et formação des enseignants. In Margolinas et all.(org.): En amont et en aval des ingénieries didactiques, XVª École d´Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (PUY-de-Dôme). *Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble*: La Pensée Sauvage, 1, 57-78.

Perrin-Glorian, M.J., & Bellemain, P. B. (2016). L'ingenierie didactique entre pesquisa e recursos pour l'enseignement et la formation des maitres. *Anais...* do I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática-LADIMA*,* 1-15.

Santos, A. P. R. A., & Alves, F. R. V. (2017). A teoria das situações didáticas no ensino das Olimpíadas de Matemática: Uma aplicação do Teorema de Pitot. *Revista Indagatio Didactica,* 9(4), 279-296.

Santos, A. P. R. A. (2018*). Situações Didáticas Olímpicas: um contributo da Engenharia Didática Clássica no Ensino de Olimpíadas.* Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Fortaleza-Brasil.

Santos, G. L., & Abreu, P. H. (2011). *Avaliação de Impacto da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP)*: Explicitação de Condições de Sucesso em Escolas Bem Sucedidas. In: Avaliação do impacto da Olimpíada Brasileira de Matemática nas escolas públicas (OBMEP). Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 47-72.

Teixeira, P. J. M., & Passos, C. C. M. (2013). Um pouco da teoria das situações didáticas (tsd) de Guy Brousseau. *Revista Zetetiké*, 21(39), 155-168.