

Engenharia didática de formação (EDF): uma proposta de situação didática do ENEM com o uso do software GeoGebra para professores de matemática no Brasil

Didactic engineering of training (EDF): a proposal of ENEM didactic situation with the use of GeoGebra software for mathematics teachers in Brazil

Rosalide Carvalho de Sousa¹, Francisco Régis Vieira Alves¹,
Francisca Cláudia Fernandes Fontenele²

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, Brasil.

² Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Brasil.

rosalidecarvalho@hotmail.com, fregis@ifce.edu.br, claudiafontenele05@gmail.com

Recibido: 07/03/2019 | Aceptado: 30/04/2020

Cita sugerida: R. Carvalho de Sousa, F. R. Vieira Alves and F. C. Fernandes Fontenele, “Engenharia didática de formação (EDF): uma proposta de situação didática do ENEM com o uso do software GeoGebra para professores de matemática no Brasil,” *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 26, pp. 90-99, 2020. doi: 10.24215/18509959.26.e10

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

Este artigo apresenta um recorte parcial de uma proposta didática metodológica de uma pesquisa de mestrado em andamento sobre alguns problemas selecionados de questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), relacionados a problemas do conteúdo de “volumes”. Tal exame trata-se de uma prova do governo federal brasileiro, cujo intuito é avaliar o desempenho dos alunos ao término do ensino médio, além de promover o ingresso dos discentes no ensino superior. Dessa forma, apresenta-se uma situação didática do ENEM que foi modelada e fundamentada na Teoria das Situações Didáticas (TSD) com o aporte do *software* GeoGebra em que as sessões didáticas foram consubstanciadas na Engenharia Didática de Formação (EDF) que é desenvolvida para a produção de recursos didáticos e a formação de professores. Para promover a transposição didática do problema, utilizou-se o *software* GeoGebra, pois favorece ao aprendiz transpor dificuldades relativas ao entendimento e a construção conceitual de geometria. Tal estrutura facilita descrever os princípios da mediação didática que se apresenta durante a prática do professor, além de resignificar o estudo de “volumes” no contexto das provas do ENEM.

Palavras chave: Formação de professor; Tecnologia; Visualização; TSD.

Abstract

This article presents a partial excerpt from a methodological didactic proposal of an ongoing master's research, on selected problems of the issues of the National High School Exam (ENEM), related to problems of the content of volumes. This exam is a test of the Brazilian federal government, whose purpose is to assess the performance of students at the end of high school, in addition to promoting the entry of students in higher education. Thus, an ENEM didactic situation is presented that was modeled and based on the Theory of Didactic Situations (TSD) with the contribution of the GeoGebra software, in which the didactic sessions were embodied in the Didactic Training Engineering (EDF) that is developed for the production of teaching resources and the training of teachers. To promote the didactic transposition of the problem, the GeoGebra software was used, as it favors the learner to overcome difficulties related to the understanding and conceptual construction of geometry. Such a structure makes it easy to describe the principles of didactic mediation that is presented during the teacher's practice, in addition to reframing the study of volumes in the context of ENEM tests.

Keywords: Teacher training; Technology; Preview; TSD.

1. Introdução

As discussões envolvendo o tema relacionado à formação de professores têm ocorrido de forma bastante acentuada por pesquisadores e educadores matemáticos com o intuito de promover metodologias e recursos que auxiliem o docente no planejamento e execução de suas sessões didáticas para o ensino de matemática.

Nesse sentido, a Engenharia Didática de Formação (EDF) constitui-se em uma importante metodologia que intercala a pesquisa e o ensino, objetivando o desenvolvimento de recursos para o ensino regular, como também para a formação de professores de matemática, pois [1], na engenharia didática desenvolvida para formação “as situações são abordadas diretamente aos professores ou futuros professores. O objetivo é ensiná-los sobre matemática ou o ensino de matemática. A pesquisa é utilizada tanto para formação quanto para estudar questões de formação”, porém os estudantes são adultos que supostamente já tem conhecimento da matemática envolvida na situação, o que torna necessário uma mudança no ambiente e nas perguntas empregadas nas sessões didáticas.

Ademais, diante deste cenário, este artigo propõe uma situação didática para o ensino de “volumes” que promova o desenvolvimento da capacidade da resolução de problemas, o raciocínio lógico intuitivo e a comunicação, subsidiada pela utilização do GeoGebra por meio da seleção de questões das avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Nesse momento, é importante abrir um parêntese para expor a relevância de tais avaliações.

O ENEM é uma prova de um programa do governo federal brasileiro criado em 1998, com o intuito de avaliar o desempenho do estudante ao término do Ensino Médio. Transcorridos mais de 20 anos, tais avaliações vêm proporcionando aos alunos a oportunidade de ingressar no ensino superior, além de avaliar os conhecimentos adquiridos durante a educação básica.

A partir dessa realidade, buscou-se direcionar uma investigação de elementos didáticos numa vertente de evolução em situações de questões problemas sobre “volumes”, selecionadas dos exames do ENEM, fundamentada na Teoria das Situações Didáticas (TSD), desenvolvida por Guy Brousseau (1986), pesquisador de origem francesa da Universidade de Bordeaux. Trata-se de uma teoria que proporciona a elaboração de situações didáticas de ensino que ocasionam a interação professor, aluno e conhecimento matemático.

É importante salientar a importância da utilização de *softwares* educacionais em aulas de geometria, pois [2] o uso de *software* está em harmonia com ideias de inserção da tecnologia no contexto educacional, o que propicia o desenvolvimento de novas metodologias para o ensino. A escolha do GeoGebra se deu pelo fato de ser um software gratuito e de livre distribuição, possuir uma interface fácil e intuitiva, além de uma grande comunidade adequada ao uso

do programa, formando uma rede de troca de informação e conhecimentos, em que se pode divulgar trabalhos e download de construções, promovendo um uma rede de informações que se pode levar para a escola.

Diante desse cenário, esta pesquisa apresenta uma situação-problema sobre “volumes” em que os aprendizes podem vivenciar as quatro fases da TSD (ação, formulação, validação e institucionalização), utilizando-se do *software* GeoGebra como recurso didático, cujo objetivo é a elaboração e construção de uma modelagem matemática que sirva de subsídio aos professores de matemática em formação inicial ou continuada, alicerçada na EDF, de modo a possibilitar um ambiente favorável à compreensão de conceitos e a formulação de estratégias para resolução de problemas que valorize o pensamento geométrico e a visualização espacial.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Engenharia Didática de Formação (EDF)

Quando se pensa em formação de professor, avalia-se a necessidade de adequar-se metodologias e ferramentas que possam agregar contributos ao planejamento, construção e transposição de situações didáticas que promovam um ensino mais significativo na educação regular.

De acordo com Alves e Catarino [3], quando se atém ao ofício de professor de matemática, sustenta-se três fases essenciais e com características fundamentais, a saber: “a preparação/concepção, a realização de uma mediação em sala de aula e a correspondente avaliação das etapas predecessoras”, tanto em seu conjunto, quanto de maneira individual ou local.

A EDF, também conhecida como Engenharia Didática de 2ª geração, apresenta, “por primeiro objetivo o desenvolvimento de recursos (ou objeto de aprendizagem) para o ensino regular, ou a formação de professores[4].” Isto pode acarretar em vários níveis de construção, incluindo as situações de sala de aula em que o professor/pesquisador é levado a descrever as ações selecionadas para intermediar o ensino. Assim, fica claro que o papel do professor é o de mediador da aprendizagem e que, para tal, se faz necessário planejar e antecipar os obstáculos que podem surgir no desenvolvimento das situações e, assim, facilitar a maneira de conduzir o processo de construção e apropriação do saber matemático por parte dos alunos. Por isso [1], para uma engenharia educacional de desenvolvimento e formação “questões de pesquisa vêm diretamente de um problema de ensino, de um conteúdo específico e incluem questões de formação de professores”, assim como a natureza cíclica da metodologia, que requer inúmeras realizações e uma cooperação da responsabilidade e da teoria entre pesquisadores, professores e até formadores no desenvolvimento da engenharia, conforme ilustrado na Figura 1.

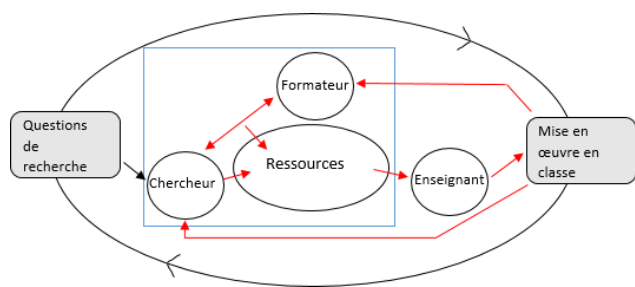


Figura 1. Mecanismo de cooperação entre pesquisadores, treinadores e professores no IDD [1]

O diagrama (figura 1) descreve os níveis de cooperação entre os atores envolvidos no desenvolvimento da EDF: a primeira esfera demonstra claramente a contribuição do grupo maior, em que o pequeno grupo que está representado no retângulo dentro da elipse contém um grupo estendido aos professores que testam as situações e proporcionam um *feedback* entre os participantes da pesquisa. A equipe de pesquisadores e treinadores lidera o dispositivo e desenvolve versões provisórias do recurso que serão testadas pelos formadores, antes que possam ser oferecidas aos professores que aplicarão em suas classes (salas de aula) para serem testadas. Assim, o *design* de recursos é organizado de acordo com o circuito das setas vermelhas, cujo intuito é produzir sequências de ensino que possam ser adaptadas para serem utilizadas e difundidas no ensino regular [1]. Portanto, é inegável que é essencial percorrer várias vezes, as fases de elaboração de um recurso e as etapas do teste prático, para se produzir um modelo que possa ser utilizado pelos professores em sala de aula [5].

Deste modo, vislumbra-se alguns elementos capazes de repercutir na formação e no aperfeiçoamento de uma perspectiva endereçada à formação de professores.

2.2. Teoria das Situações Didáticas (TSD)

Para estruturar as situações-problemas que serão usadas para modelar uma situação didática de ensino, utiliza-se a Teoria das Situações Didáticas (TSD), pois ela possibilita “investigar toda a problemática acerca da aprendizagem matemática e revelar aspectos que ocorrem durante a resolução de problemas e a elaboração de conceitos pelos estudantes [6]”, por isso constitui-se em um importante aliado na elaboração e estruturação de situações didáticas que promovam o desenvolvimento e a apropriação do saber matemático.

A TSD é um modelo teórico desenvolvido por um pesquisador francês [7], que possibilita a compreensão dos fenômenos complexos da aprendizagem matemática em sala de aula e o envolvimento professor, aluno e saber, nesse processo. De acordo com Freitas: [8].

Uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição (...) o

trabalho do aluno deveria, pelo menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção efetiva de conhecimentos pertinentes [8].

Assim, percebe-se que, ao se analisar as situações didáticas, também se pode realizar um estudo sobre a problemática a respeito da aprendizagem matemática revelando a presença ou não de obstáculos epistemológicos ou didáticos. Essa teoria valoriza tanto os conhecimentos provocados pelos estudantes na construção do saber matemático, quanto à valorização do trabalho do professor, em criar condições para que o discente se aproprie de conteúdos matemáticos específicos [8].

Dessa forma, observa-se também que o meio (*milieu*) e o contrato didático se constituem referências importantes para se proceder uma análise de situações didáticas. Segundo Pais:

O meio é onde ocorrem as interações do sujeito, é o sistema antagonista no qual ele age. É no meio que se provocam mudanças visando desestabilizar o sistema didático e o surgimento de conflitos, contradições e possibilidades de aprendizagem de novos conhecimentos. Num dado meio, em cada momento, as situações didáticas são regidas por um conjunto de obrigações recíprocas, explícitas ou implícitas, envolvendo alunos, professores e um conteúdo em jogo, denominado contrato didático [8].

Ademais, durante o processo de construção do saber, algumas variáveis podem ocorrer e que podem apresentar-se de dois modos: situação didática e adidática. Na primeira ocorre uma interação do aprendiz em situação de jogo, ocorrendo sempre que houver intenção do professor em desenvolver a aprendizagem de um sujeito. Na segunda, o aluno progride por seu próprio mérito para construir o conhecimento, mas respeitando as regras do jogo, que foram previamente estabelecidas pelo professor de maneira a promover meios que suscitem um potencial próprio ao aluno para resolução da questão em jogo. Assim, uma situação adidática caracteriza-se “pelo fato de representar determinados momentos do processo de aprendizagem nos quais o aluno trabalha de maneira independente”, sem nenhuma interferência do professor [8].

Portanto, ao analisar as relações específicas da aprendizagem da matemática o investigador [6], desenvolveu as etapas para as situações didáticas que serão apresentadas a seguir:

1 – *Situação de Ação*: os discentes frente a uma situação didática, relacionam-se com a aula, criam procedimentos, planejam e formulam hipóteses para resolução para resolução de problemas.

2 – *Situação de Formulação*: nessa etapa existem trocas de conhecimento entre os alunos, nela eles procuram modificar a linguagem matemática, contextualizando-a para atender seus objetivos que antes foram planejados.

3 – *Situação de Validação*: neste momento ocorre a organização do que foi estudado e verificado pelos próprios alunos, se as resoluções obtidas satisfazem o esperado, ou seja, se houve a construção de um novo conhecimento.

4 – *Situação de Institucionalização*: nela o docente e o discente validam o conhecimento. É o momento onde se tenta proceder a passagem do conhecimento, do plano individual para a dimensão histórica e cultural do saber científico. Aqui se procede a apresentação das definições, propriedades e teoremas, em linguagem matemática mais formalizada, onde deve ocorrer uma socialização entre os participantes da sessão didática sobre os conhecimentos matemáticos construídos, relativos ao problema selecionado. A figura 2 mostra a relação entre a intenção de ensinar e o processo de transmissão do conhecimento.

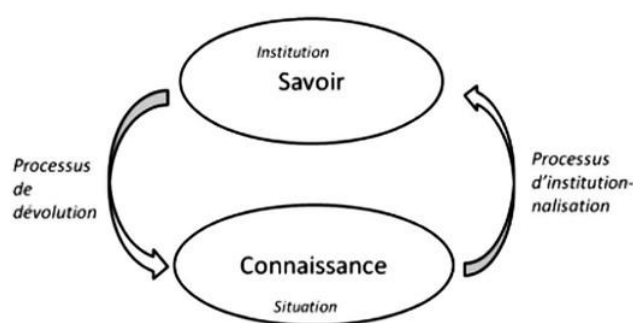


Figura 2. Margolinas (2015) descreve a dialética entre *savoir/connaissance* e seu importante papel para a Didática da Matemática [9]

Assim, a representação do diagrama acima (figura 2), tenciona apresentar a atividade de resolução de uma situação-problema pelos aprendizes, como também o processo de construção e elaboração dessas situações pelos professores, pois [10] os elementos mencionados demonstram claramente a repercussão da ação do professor na exposição de um conteúdo matemático.

Portanto, a TSD atribui importância aos procedimentos que serão relacionados dentro das fases aqui relatadas, promovendo a participação do aluno de modo a contribuir na elaboração e efetiva cognição para o desenvolvimento de novos saberes no processo da busca para resolução de problemas matemáticos.

2.3. Exame Nacional do Ensino Médio(ENEM): um breve histórico

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é um exame criado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), em 1998, cujo objetivo é avaliar o desempenho dos alunos ao término do Ensino Médio. Em mais de 20 anos de existência o exame adquiriu uma popularização

gigantesca, a ponto de torna-se referência em modelo de avaliações externas, não só no Brasil, como também em muitos outros países. De acordo com os dados publicados [12], o número daquele ano ultrapassou os 7,7 milhões de inscritos, se comparado com os participantes da primeira edição, que contava com 157 mil participantes, demonstrando assim a grandeza que o exame adquiriu.

O Exame é voluntário e gratuito para alunos de escola pública. As avaliações são aplicadas em dois domingos sucessivos, contando com uma prova de 180 questões objetivas, contextualizadas e interdisciplinares com as ocorrências atuais do cenário mundial. São distribuídas em blocos que contemplam os quatro eixos da educação, com 45 questões de múltipla escolha para cada eixo, que são assim divididas: Linguagens e Códigos, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Matemática, além de uma Redação. O principal objetivo do ENEM é verificar se as competências e habilidades que o aluno adquiriu ao longo de sua formação básica, atribui-lhes subsídios para solucionar problemas presentes no cotidiano escolar.

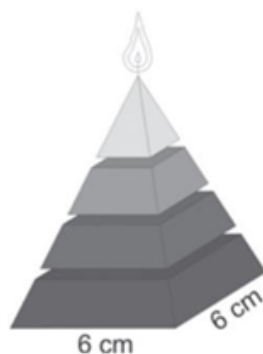
As provas do ENEM adquiriram importância no cenário nacional em virtude de sua utilização como critério de seleção para o ingresso em muitas universidades públicas e particulares no país e até mesmo no exterior, como por exemplo, a Universidade de Coimbra, em Portugal, que também aceita a nota do Exame como critério de seleção para o ingresso em alguns cursos superiores. [11] O ENEM se diferencia dos modelos tradicionais dos vestibulares por avaliar se os alunos têm realmente condições de aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula em situações reais do dia a dia, ou seja, “é necessário perceber se o conhecimento adquirido é contínuo ou se ele se resume somente a fórmulas e conteúdos decorados”. Assim, a situação-problema proposta neste artigo é uma questão selecionada da prova do ENEM, do ano de 2009, e fundamentada nas fases da TSD. Seguem-se os procedimentos necessários e as possíveis estratégias para a realização da construção geométrica por meio da manipulação no *software* Geogebra.

3. Proposta de uma Situação Didática do ENEM com o *software* GeoGebra

Apresenta-se uma proposta de um modelo matemático como recurso para o ensino de “volumes” de um problema retirado das provas do ENEM que possibilite a utilização do *software* GeoGebra como suporte na construção e solução de situações problemas de matemática (Quadro 1).

Quadro 1. Questão de Geometria Espacial do ENEM (2009) [13]

Questão 1: (ENEM-2009) Uma fábrica produz velas de parafina em forma de pirâmide quadrangular regular com 19 cm de altura e 6 cm de aresta da base. Essas velas são formadas por 4 blocos de mesma altura – 3 troncos de pirâmide de bases paralelas e 1 pirâmide na parte superior –, espaçados de 1 cm entre eles, sendo que a base superior de cada bloco é igual à base inferior do bloco sobreposto, com uma haste de ferro passando pelo centro de cada bloco, unindo-os conforme a figura.



Se o dono da fábrica resolver diversificar o modelo, retirando a pirâmide da parte superior, que tem 1,5 cm de aresta da base, mas mantendo o mesmo molde, quanto ele passará a gastar com a parafina para fabricar uma vela?

- (A) 156 cm^3 .
- (B) 189 cm^3 .
- (C) 192 cm^3 .
- (D) 216 cm^3 .
- (E) 540 cm^3 .

A etapa da ação: esta é a fase preliminar, é neste momento que o docente deve procurar incentivar os estudantes a se debruçarem sobre a leitura do problema e tentar descobrir os aspectos geométricos e numéricos que estão no enunciado da questão. Em [14] uma situação de ação, o aluno se confronta com o problema nas condições propostas, e que ao agir sobre essa situação o aprendiz pode extrair informações sobre as ações por ele aplicadas na busca da resolução do problema. O papel do professor, nesse momento, é o de motivar os alunos para que eles possam explorar todas as possibilidades de se chegar à solução do problema, de modo que ele também faça uso de soluções dinâmicas, por meio da manipulação do *software* GeoGebra, para captar a ideia matemática da questão 1. De início, espera-se que o aluno perceba que a altura da pirâmide está relacionada aos espaços existentes entre os blocos, visto que ao se eliminar tais espaços tem-se uma pirâmide perfeita. Assim, o discente poderá ver

que para se chegar à solução do problema ele deverá realizar o cálculo do volume da pirâmide e que esta solução está interligada com a altura do objeto, sem os espaços apresentados no enunciado da questão. A figura (1), apresenta a relação entre o volume da pirâmide original e o volume do sólido após a retirada dos espaços da altura, fazendo um comparativo com o volume dos dois modelos, a partir da manipulação e alterações da construção no GeoGebra, que propicia diferenciar as propriedades geométricas e numéricas necessárias a condução do aluno para investigação do conceito de “volumes”, além de apresentar um cenário no qual o professor pode explorar uma situação de aprendizagem matemática em um contexto de representações 2D e 3D, em que os dados numéricos podem ser retirados da manipulação do *software* e comparados com os dados apresentados na questão 1 (figura 3).

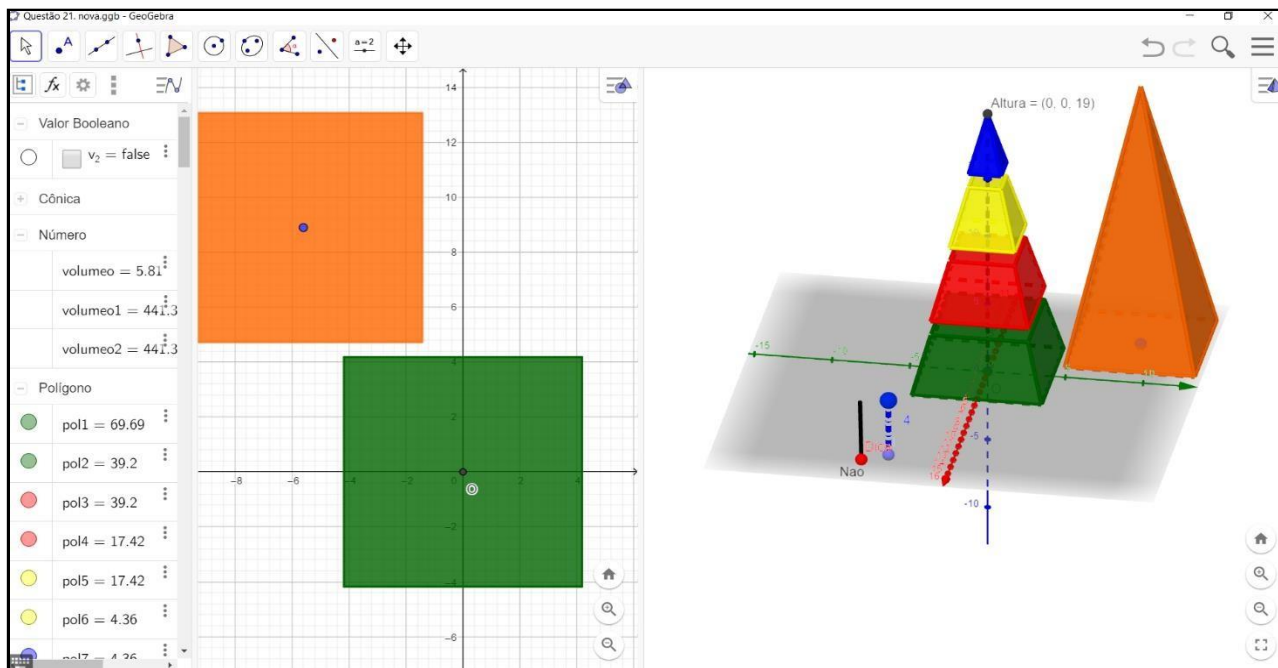


Figura 3. Visualização 2D/3D construída pelos autores no software GeoGebra correspondente a questão 1 do ENEM

Etapa da formulação: é o momento em que ocorre a troca de informações entre os alunos e caracteriza-se pelas descrições que podem ser verbais ou escritas. Nesse momento “o aluno já dispõe de alguns modelos científicos mobilizados ou esquemas teóricos definidos; todavia, a verdade ou justificativa dos significados não se evidencia [15]”. A comunicação aqui é essencial e a troca de informações permite aos alunos perceberem que ao modificar a altura e a medida das arestas da base, o formato também se modifica; portanto, o discente pode, por meio da relação entre essas grandezas, concluir que ao

multiplicar um terço da área da base pela altura obtém-se a medida do volume de qualquer pirâmide de base quadrada, equacionando o problema em $V = \frac{1}{3} \cdot Ab \cdot h$. No entanto, o estudante não pode se esquecer de relacionar a grandeza altura à retirada dos 3cm correspondentes ao espaçamento entre os blocos, o que pode constituir-se em um obstáculo para chegar-se a uma resposta que satisfaça a questão 1. Ademais, o aprendiz deve perceber que para resolver o problema ele pode manipular no GeoGebra a altura e a aresta da base, apresentando a estrutura que resulta na resolução do problema.

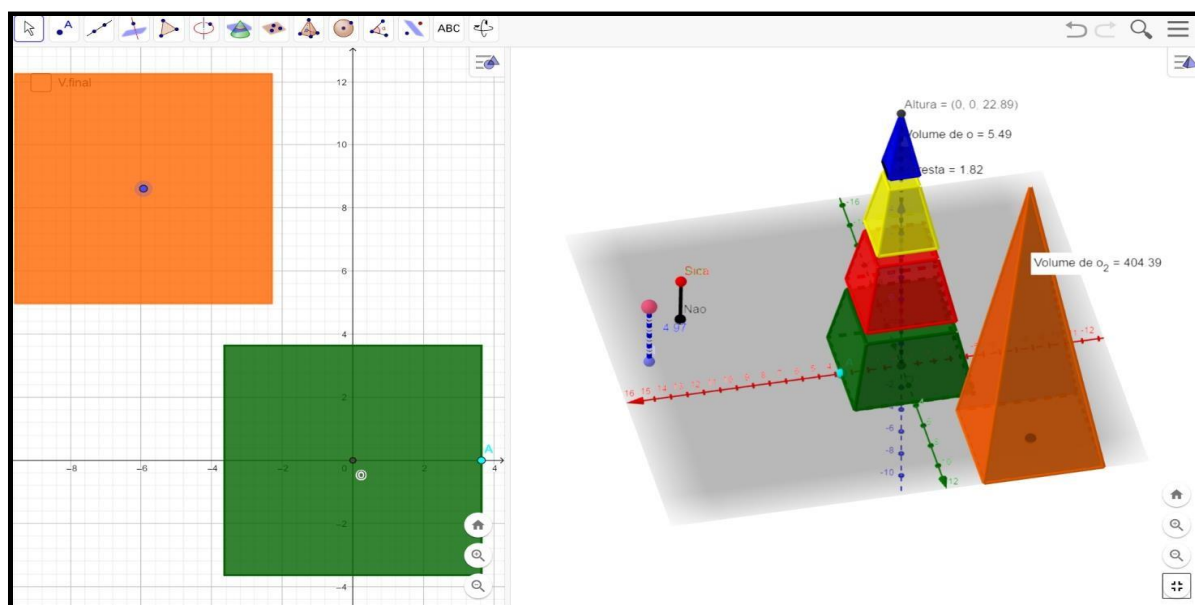


Figura 4. Visualização 2D/3D construída pelos autores no software GeoGebra correspondente a questão 1 do ENEM

Etapa da validação: nessa fase se dá a apresentação das estratégias que os aprendizes usaram para chegar-se à solução do problema; portanto, é o momento de mostrar um modelo matemático estruturado. Nessa etapa, os alunos são submetidos à análise de todos os membros da classe, podendo ser indagados por partes dos colegas que podem ter dúvidas ou até mesmo discordar das soluções apresentadas; portanto, o “professor promove um debate entre os alunos, com o objetivo de estabelecer provas ou refutá-las [16]”. A seguir, espera-se que os discentes apliquem a fórmula para o cálculo do volume da pirâmide, encontrando o valor do volume da pirâmide menor, correspondente ao topo da pirâmide original, em seguida relacioná-la com a diferença do volume da pirâmide maior, para encontrar a resolução do problema. Para

estimular o aluno a confrontar os dados selecionados nas fases anteriores, pode-se comparar com as possibilidades de visualização proporcionada pela manipulação da construção oferecidas pelo ambiente tecnológico do *software* GeoGebra. Na janela do lado esquerdo, o aprendiz pode sobrepor um objeto sobre o outro, percebendo claramente na janela de visualização 3D a necessidade de subtrair os valores dos espaços entre os blocos, assim como também, o volume da pirâmide do topo do objeto maior. Assim, é fácil concluir que a quantidade de parafina que será usada na fabricação do novo modelo de vela será o resultado da equação $V_{\text{final}} = V_{\text{maior}} - V_{\text{menor}}$, apresentando assim, a solução final da situação problema (figura 5).

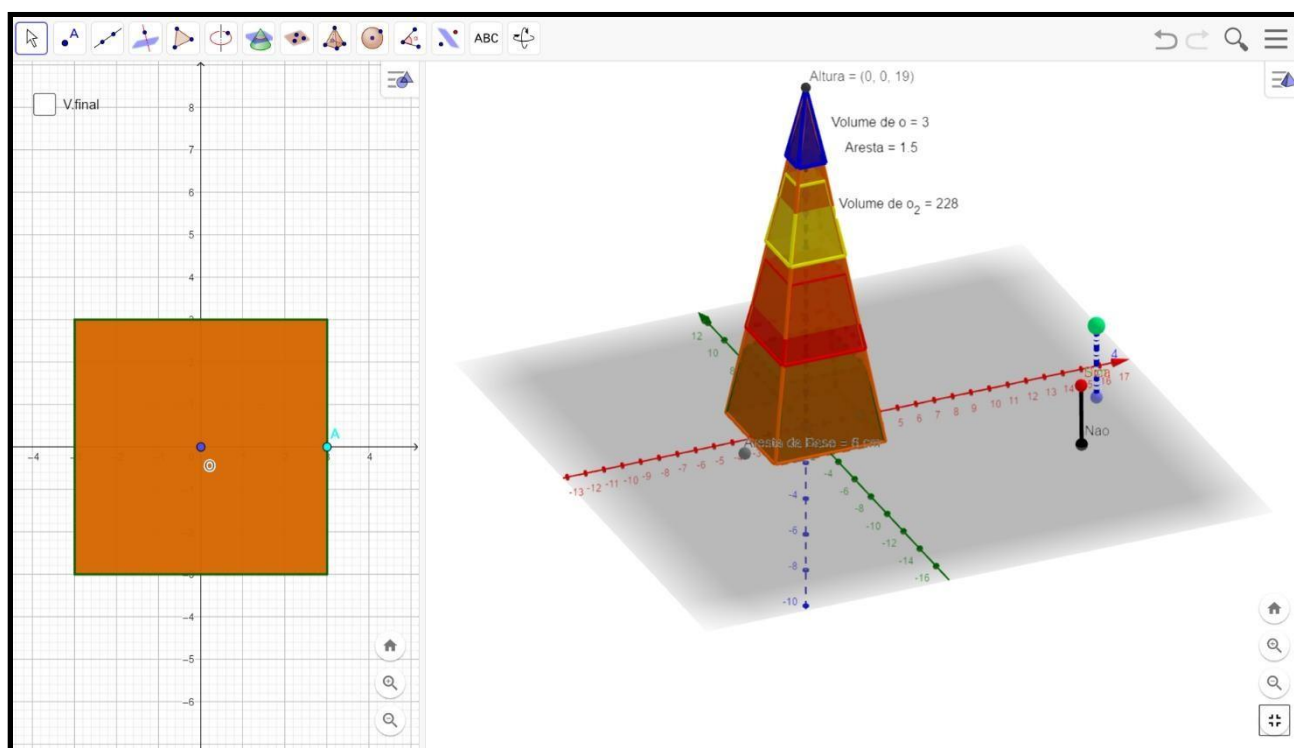


Figura 5. Visualização 2D/3D construída pelos autores no software GeoGebra correspondente a questão 1 do ENEM

Etapa da institucionalização: a situação de institucionalização é exibida na figura (6), através das janelas de visualização do GeoGebra, permitindo se fazer uma comparação do modelo matemático implícito no enunciado da questão 1 e o modelo apresentado no computador. Pois [17], nesse momento a situação assume um caráter somente didático, pois cabe ao professor o papel de organizar o processo do conhecimento, procedendo a passagem do saber do plano individual e particular à dimensão histórica e cultural do saber

científico. [14] Após o docente realizar a institucionalização da situação-problema, o saber assume um caráter oficial e os estudantes passam a incorporá-los nos esquemas mentais e assim disponibilizando para serem utilizados na resolução de problemas matemáticos. Na figura (6), pode-se perceber que o problema exposto, apesar de sua representação geométrica, mostra-se relacionado à redução da altura original imposto no enunciado da questão e a diferença do volume da pirâmide original (maior) e o volume pirâmide do topo (menor).

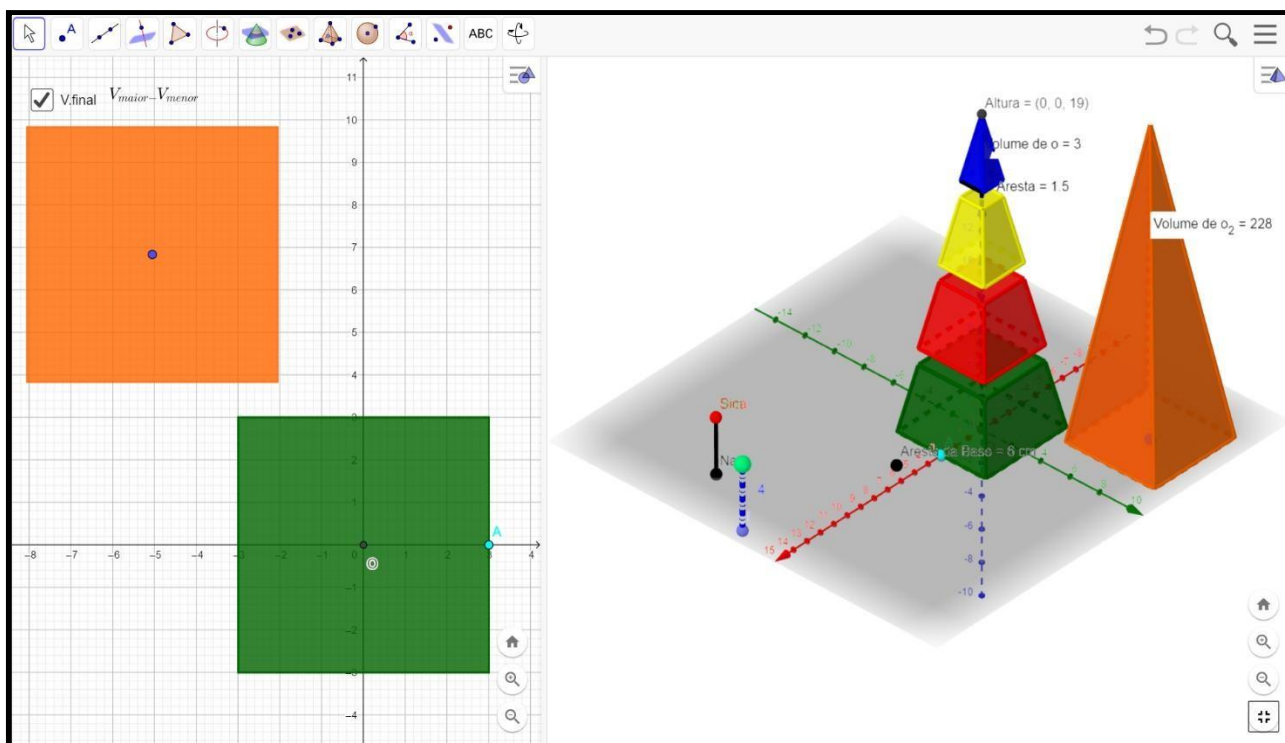


Figura 6. Visualização 2D/3D construída pelos autores no software GeoGebra correspondente a questão 1 do ENEM

Para finalizar, formaliza-se uma extensão final da solução oferecida pelo gabarito oficial do problema selecionado. Nesta etapa, o professor deve expor as etapas da resolução, fazendo um comparativo com os conhecimentos apresentados pelos discentes nas fases anteriores. O teorema necessário para finalizar a questão é volume da pirâmide, cuja definição traz-se a seguir: **“Teorema 4. O volume de um cone é igual a um terço do produto da altura pela área da base[18]”**. Pois de acordo com o autor, um cone cuja base é um polígono e suas faces laterais são triangulares, denomina-se pirâmide.

Portanto, aplicando o teorema 4, pode-se equacionar a fórmula a seguir:

$$V_{p. (maior)} = \frac{1}{3} \cdot Ab \cdot h$$

$$V_{p. (maior)} = \frac{1}{3} \cdot 6^2 \cdot 16 \quad (I)$$

$$V_{p. (maior)} = \frac{1}{3} \cdot 36 \cdot 16$$

$$V_{p. (maior)} = 192 \text{ cm}^3$$

$$V_{p. (menor)} = \frac{1}{3} \cdot Ab \cdot h$$

$$V_{p. (menor)} = \frac{1}{3} \cdot (1,5)^2 \cdot 4 \quad (II)$$

$$V_{p. (menor)} = \frac{1}{3} \cdot 2,25 \cdot 4$$

$$V_{p. (menor)} = 3 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{final}} = V_{p.(maior)} - V_{p.(menor)} = 192 \text{ cm}^3 - 3 \text{ cm}^3 = 189 \text{ cm}^3$$

Portanto, a quantidade de parafina necessária para a fabricação do novo modelo de vela é 189 cm^3 .

Conclusão

O presente artigo traz uma proposta de uma situação didática aos professores de matemática para o ensino de “volumes”, no viés do Exame Nacional do ensino Médio (ENEM) que proporciona ao docente uma ferramenta de auxílio para um melhor planejamento na condução e exposição de conteúdos contemplados nesse exame.

Adotou-se a metodologia da Engenharia Didática de Formação (EDF), pois possibilita ao investigador proceder uma análise das situações didáticas que fortaleça a formação docente, assim como, a elaboração de recursos didáticos no intuito de corroborar com a prática do professor quanto ao ensino de “volumes” e que possa ser implementada em sala de aula.

Para subsidiar a pesquisa, adotou-se a Teoria das Situações Didáticas (TSD) para a estruturação da situação-problema do ENEM que possibilita ao professor direcionar o aprendiz ao protagonismo na construção de seu próprio saber matemático.

Ademais, acredita-se que uma aula estruturada nas quatro fases da TSD e com o amparo tecnológico do *software* GeoGebra, como subsídio para construção da resolução de situações-problemas de modo dinâmico, constitui-se em um ambiente reflexivo, com uma maior participação dos estudantes em discussões e que surtir-lhes como resultado a capacidade de elaboração dos conhecimentos

matemáticos envolvidos no processo, de forma interativa e instigante.

Com relação à questão selecionada do ENEM, acredita-se que a manipulação do objeto no GeoGebra possa propiciar ao aprendiz formular estratégias de resolução, visualizar as propriedades matemáticas relacionadas ao problema, interagindo com os outros estudantes na busca da validação da solução da questão abordada.

Portanto, conclui-se que esta investigação apresentou uma situação didática de geometria nos moldes do ENEM, onde procurou-se promover uma melhor compreensão do conceito de “volumes”, na elaboração da solução do problema proposto, além de apresentar ao professor de matemática um modelo que pode promover o desenvolvimento do raciocínio geométrico. Vale ressaltar que este trabalho é um recorte parcial de uma pesquisa de mestrado em andamento e que ainda será aplicada com os discentes. Assim, espera-se que os resultados referentes a esta dissertação contribua para a formação inicial e continuada dos docentes de matemática, promovendo o aperfeiçoamento e o melhoramento do ensino matemático nas escolas brasileiras.

Referencias

- [1] M. J. Perrin-Glorian, “A interface entre recherche et enseignement, les ingénieries didactiques,” Apresentado no 1er Congrès (TACD), França, 2019, pp. 1-13.
- [2] A. dos Santos Protázio, M. de F. Souza dos Santos-Oliveira, A. dos Santos Protázio, “Análise de software para o ensino de evolução através de critérios pedagógicos e computacionais,” *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 24, pp. 44-55, 2019.
- [3] F. R. V. Alves and P. M. M. C. Catarino, “Engenharia didática de formação (EDF): Repercussões para a Formação do professor de matemática no Brasil,” *Educação Matemática em Revista*, vol. 2, no. 18, pp. 121-137, 2017.
- [4] S. A. Almouloud and M. J. F. da Silva, “Engenharia didática: evolução e diversidade,” *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, vol. 7, no. 2, pp. 22-52, 2012.
- [5] F. Tempier, “De la conception d’une ressource pour enseigner la numération à l’identification de besoins pour la formation des enseignants,” in *Atas do XXXXI Colloque Copirelem*, 2014, pp. 1-16.
- [6] R. C. de Sousa, F. R. V. Alves and F. C. F. Fontenele, “Implicações da didática profissional para a formação do professor de matemática,” *Revista de Educação Matemática*, vol. 17, pp. 1-23, 2020.
- [7] G. Brousseau, *Théorisation des phénomènes d’enseignement des mathématiques*. Mathematics Université Sciences et Technologies – Bordeaux I, 1986.
- [8] J. L. M. de Freitas, “Teoria das situações didáticas,” in *Educação Matemática: uma (nova) introdução*, S. D. A. Machado, Org. São Paulo: EDUC, 2015, pp. 77-111.
- [9] C. Margolinas, “Situations, savoirs et connaissances...comme lieux de recontre?,” *Formation et Pratiques d’enseignement en Questions*, vol. 19, pp. 31-39, 2015.
- [10] F. R. V. Alves, “Visualizing the olympic didactic situation (ODS): teaching mathematics with of the GeoGebra software,” *Acta Didáctica Napocensia*, vol. 2, no. 12, pp. 97-116, 2019.
- [11] R. C. de Sousa, F. R. V. Alves and F. C. F. Fontenele, “Aspectos da teoria das situações didáticas (TSD) aplicada ao ensino de geometria espacial referente as questões do ENEM com amparo do software GeoGebra,” *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, 2020. No prelo.
- [12] Brasil. Ministérios da Educação. Secretaria de Educação Básica. Apresentação do ENEM. [Online]. Disponível: <http://portal.mec.gov.br>
- [13] Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Provas do ENEM. [Online]. Disponível: <http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>
- [14] S. A. Almouloud, *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: UFPR, 2007.
- [15] F. R. V. Alves, “Teoria das situações didáticas (TSD): sobre o ensino de pontos extremantes de funções com arrimo da tecnologia,” *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, vol. 5, no. 2, pp. 59-68, 2016.
- [16] A. P. R. A. Santos, F. R. V. Alves, “A engenharia didática para o ensino de olimpíadas de matemática: situações olímpicas com o amparo do software GeoGebra,” *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, vol. 13, no. 1, pp. 141-154, 2018.
- [17] L. C. Pais, *Didática da Matemática: Uma Análise da Influência Francesa*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.
- [18] E. L. Lima, *Medida e Forma em Geometria: Comprimento, Área, Volume e Semelhança*. 4. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2011.

Información de Contacto de los Autores:

Rosalide Carvalho de Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Av. Humberto Lopes, Pe. Ibiapina
Sobral
Brasil
rosalidecarvalho@hotmail.com

Francisco Régis Vieira Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará
Av. Treze de Maio, Benfica
Fortaleza
Brasil
fregis@ifce.edu.br

Francisca Cláudia Fernandes Fontenele

Universidade Estadual Vale do Acaraú
Av. da Universidade, Benfica
Fortaleza
Brasil
claudiafontenele05@gmail.com

Rosalide Carvalho de Sousa

Graduada em Ciências Habilitação em Matemática pela Universidade Estadual Vale do Acaraú. Pós-Graduada em Metodologia do Ensino Fundamental e Médio, pela Universidade Estadual Vale do Acaraú. Professora efetiva da Secretária de Educação do Estado do Ceará – SEDUC. Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Francisco Régis Viera Alves

Mestrado em Matemática Pura pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e mestrado em Educação, com ênfase em Educação Matemática, pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutorado com ênfase no ensino de Matemática (UFC). Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (IFCE). Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM)

Francisca Cláudia Fernandes Fontenele

Licenciada em Matemática pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), possui especialização em Ensino de Matemática pela UVA, Mestrado e Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é professora da Universidade Estadual Vale do Acaraú, em que atua na área da Educação Matemática e desenvolver pesquisa junto ao Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação Matemática (GPEEMAT).