

UMA SITUAÇÃO DESENCADEADORA DE APRENDIZAGEM PARA A APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE FUNÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A SITUATION THAT PROMPTS LEARNING FOR THE APPROPRIATION OF THE CONCEPT OF FUNCTION IN TEACHER'S FORMATION

Divanete Maria Bitdinger de Oliveira¹

Flávia Dias de Souza²

Resumo: Esse artigo tem como objetivo investigar a organização do ensino do conceito de função na formação inicial de professores em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica. A pesquisa é pautada nos pressupostos teóricos da Teoria Histórico-Cultural, da Teoria da Atividade e do conceito de Atividade Orientadora de Ensino. Na pesquisa de campo, no âmbito dos estudos de doutorado, foram elaboradas situações desencadeadoras de aprendizagem, fundamentadas nos princípios da Atividade Orientadora de Ensino, e a análise dos dados se deu a partir dos isolados de Caraça, com a construção de episódios e cenas. Concluiu-se que essa forma de organizar o ensino pode favorecer o processo formativo voltado ao ensino de conhecimentos matemáticos, na perspectiva da apropriação de conhecimentos historicamente produzidos em resposta às necessidades humanas.

Palavras-chave: Formação inicial de professores; Atividade Orientadora de Ensino; Funções.

Abstract: This article seeks to investigate the organization of the teaching of functions, in the teachers' initial formation, in a graduation course amidst a tech university. The research is based upon the theoretical premises of the Cultural-Historic Theory, the Activity Theory and the Orienting-Activity of Teaching. In the field survey, within the context of doctorate studies, were elaborated learning activities, sustained on the principles of the Orienting-Activity of Teaching, and the analysis of data was made with the isolated community from Caraça, by constructing episodes and scenes. From that, it is assumed that this way of organizing the teaching procedure can favor the formation process aimed to a mathematical knowledge, in the perspective of the appropriation of historically produced knowledge as an answer to human necessities.

Keywords: Teachers' Initial Formation; Orienting-Activity of Teaching; Functions.

1 Introdução

As diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores no Brasil estabelecem que a formação dos licenciandos envolve a constituição de três dimensões

¹ Mestre em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática PPGFCET/UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: divanetem@utfpr.edu.br.

² Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: flaviad@utfpr.edu.br.

fundamentais ao processo formativo: o conhecimento profissional, a prática profissional e o engajamento profissional. No âmbito do conhecimento profissional, em articulação com os demais, espera-se que o licenciando desenvolva o domínio dos objetos de conhecimento e aprenda a ensiná-los. (BRASIL, 2019).

Este trabalho, desenvolvido no âmbito de uma pesquisa de doutorado, tem como objeto a formação inicial de professores de matemática, no âmbito do ensino de conhecimentos matemáticos a serem apropriados pelos futuros professores, no desenvolvimento da futura atividade de ensino. No caso, o conhecimento matemático envolvido é o conceito de função, e a pesquisa pautou-se na seguinte problemática: Como a organização do ensino de um conceito em uma disciplina de Fundamentos de Matemática Elementar - Números e Funções pode favorecer a formação de professores de matemática em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica?

Para responder a problemática, a pesquisa adota pressupostos teóricos da Teoria Histórico-Cultural, de Vygotsky, da Teoria da Atividade, partindo do conceito de atividade desenvolvido por Leontiev e do conceito de Atividade Orientadora de Ensino (AOE), desenvolvido por Moura. Para o desenvolvimento da pesquisa de campo, utilizou-se da elaboração de Situações Desencadeadoras de Aprendizagem (SDAs), fundamentadas nos princípios da AOE, juntamente com o conceito de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na proposição das situações de ensino, por se tratar de um curso de licenciatura em uma universidade tecnológica, no qual se espera que, para além do uso das tecnologias os estudantes desenvolvam conhecimentos mais elaborados sobre a potencialidade das tecnologias na formação e desenvolvimento humano.

Foram elaboradas duas SDAs para o ensino de funções, no âmbito da disciplina Fundamentos de Matemática Elementar - Números e Funções, e a aplicação se deu com estudantes do primeiro período de uma turma de Licenciatura em Matemática da UTFPR - Campus Pato Branco, com a participação de 14 estudantes, onde foram feitos 8 encontros de 2 horas/aula cada. Nos encontros deu-se a observação da turma, a apresentação das SDAs, a discussão coletiva e a resolução das situações, seguidas de roda de conversa voltadas às sínteses coletivas. Como instrumentos para a captação dos dados foram utilizados o diário de bordo das observações, os registros escritos pelos participantes, as gravações das intervenções e os registros da roda de conversa com a turma.

A análise dos dados se deu a partir dos isolados (CARAÇA, 1951), com a construção de episódios, que por sua vez são constituídos de cenas selecionadas entre os dados coletados, que permitem revelar indícios do movimento formativo em resposta ao problema de pesquisa. No processo de análise foram organizados dois isolados: “Indícios da apropriação conceitual de função” e “A formação do professor no contexto do CTS e de uma universidade tecnológica”, e no presente trabalho, apresenta-se um episódio do primeiro isolado de análise, referente ao movimento de aprendizagem do conceito em estudo e uma das SDAs que foram desenvolvidas na intervenção, que trata dos problemas de saúde apresentados por agricultores que plantam o tabaco.

Por se tratar de um curso de licenciatura em matemática em um campus do interior, no município de Pato Branco, no Paraná, a definição da temática para a SDA foi intencionalmente planejada tomando como referência o fato de que muitos estudantes e familiares que ingressam na universidade são filhos ou parentes de trabalhadores e produtores rurais. A SDA intitula-se “Não adocece somente quem fuma, mas também quem planta” e traz a história de Miguel, um filho de produtores de tabaco que, ao ingressar na faculdade de agronomia, é apresentado aos problemas que o tabaco causa ao meio ambiente e especialmente ao produtor. Diante dessa situação, o estudante busca uma alternativa melhor para sua família, acreditando que o mais apropriado seria a produção de tabaco orgânico, que apesar de não resolver o problema com a nicotina das folhas, ao menos os afastaria de todos os agrotóxicos que são usados na produção do tabaco tradicional.

Antes de apresentar mais detalhadamente a SDA, discorre-se, no próximo tópico, sobre o que são as SDAs e os elementos teóricos centrais que norteiam a elaboração de situações desencadeadoras de aprendizagem, como um modo de materialização da atividade orientadora de ensino (AOE).

2 A Atividade Orientadora de Ensino e a elaboração de SDAs

A AOE foi desenvolvida por Manoel Oriosvaldo de Moura, para o desenvolvimento da atividade pedagógica, e é uma base teórico metodológica para o ensino que se fundamenta nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural (THC) de Lev Sememovich Vygotsky e da Teoria da Atividade (TA), partindo do conceito de atividade desenvolvido por Alexei Nikolaievich Leontiev. É sugerida por Moura, Sforini e Araújo (2011) como um modo de organização do ensino na direção do desenvolvimento do

pensamento teórico dos estudantes, sendo baseada no conhecimento produzido sobre os processos humanos de construção de conhecimento e tendo como estrutura “[...] a própria gênese do conceito: o problema desencadeador, a busca de ferramentas intelectuais para solucioná-lo, o surgimento das primeiras soluções e a busca de otimização destas soluções” (MOURA, 1992, p. 68 apud MORETTI, MARTINS e SOUZA, 2017, p. 45).

Moura *et al.* (2016) apontam que a AOE pode ser entendida como mediadora entre a atividade de ensino do professor e a atividade de aprendizagem do aluno, cuja união é entendida por Nascimento e Moura (2018) como atividade pedagógica, ademais, seus motivos devem coincidir para que sejam concretizadas, dessa forma, a AOE constitui a unidade de formação do professor e do estudante, onde tanto professor, quanto estudante, precisam ser sujeitos nesse processo, e a atividade pedagógica, precisa ser organizada de forma que leve os estudantes a se apropriarem do objeto de ensino.

Para um melhor entendimento do que seria a AOE, apresenta-se algumas das características que fundamentam o conceito de AOE, realçadas por Moraes (2008) e na sequência objetiva-se mostrar como a SDA preserva esses elementos:

- a intencionalidade pedagógica;
- a situação desencadeadora de aprendizagem é a materialização da atividade de ensino;
- a essência do conceito;
- a mediação é condição fundamental para o desenvolvimento da atividade;
- a necessidade do trabalho coletivo;
- torna-se uma atividade do sujeito. (MORAES, 2008, p. 232).

A “intencionalidade pedagógica” destaca a importância de o professor organizar as ações previamente e com a intenção de que o próprio estudante realize “[...] a descoberta da essência de um dado conceito” (LONGAREZI e FRANCO, 2017, p. 545), pois quando o estudante é o sujeito da atividade existe a possibilidade ativa de apropriação do conhecimento científico e, conseqüentemente, a formação do pensamento teórico.

“A situação desencadeadora de aprendizagem como materialização da atividade de ensino” outro elemento estruturante da AOE, é um problema que “[...] deve contemplar a necessidade da humanidade que levou a sua construção, sendo que a solução conterà também a forma com que os homens foram se organizando para satisfazer essa necessidade” (MOURA, SFORNI, LOPES, 2017, p. 91). Esse problema como parte de uma SDA é um aspecto essencial da AOE, de forma que “Na Atividade Orientadora de Ensino as necessidades, motivos, objetivos, ações e operações do professor e dos estudantes se mobilizam inicialmente por meio da situação desencadeadora de aprendizagem” (MOURA *et al.*, 2010, p. 222).

O que possibilita a AOE tornar-se atividade de aprendizagem para o estudante é a necessidade da solução desse problema, para tanto, a SDA deve contemplar a gênese do conceito, a sua essência, e, segundo Souza *et al.* (2021), pesquisas apontam que esse problema desencadeador pode contribuir com o processo de significação das ações de aprendizagem para a atividade de ensino de matemática dos sujeitos.

E o que seria “a essência do conceito”? Segundo a interpretação de Moretti (2014, p. 34), ela “[...] é constituída de propriedades, indícios e relações que superam o “sensorialmente perceptível” por meio da abstração autêntica que generaliza não só forma, mas também conteúdo do objeto”, ou seja, que tenha o potencial de acarretar o aparecimento do motivo da aprendizagem. Para isso, a autora afirma que essa essência precisa ser buscada na história do conceito, enfatizando qual foi a necessidade que o gerou, quais foram os elementos e as relações que o constituem.

Outro elemento estruturante da AOE apresentado acima é “a mediação como condição fundamental para o desenvolvimento da atividade”, que evidencia a importância de o professor ter o conhecimento apropriado de forma a organizar intencionalmente sua aula. “É a mediação do professor, a forma como irá orientar a SDA que acarretará ou não alcançar o seu objetivo” (SOUZA *et al.*, 2021), ou seja, não é somente a SDA que irá desencadear a aprendizagem, mas é juntamente com a mediação do professor, destarte, o planejamento e a formação são de grande relevância.

O autor também traz “a necessidade do trabalho coletivo” como uma característica que fundamenta a AOE, pois é na comunicação entre as pessoas, no coletivo, que pode ser possibilitada a transformação do indivíduo. Moura *et al.* (2016) apontam que quando uma criança participa de uma atividade coletiva que traz a ela novas necessidades e exige novos modos de ação, desencadeia-se seu desenvolvimento psíquico, possibilitando a ocorrência de um ensino realmente significativo. Dessa forma, a AOE se efetiva em uma atividade coletiva que objetiva o ensino e a aprendizagem e cuja necessidade é a apropriação da cultura (MOURA *et al.*, 2016), ademais, é na SDA que é possível colocar isso em prática, onde “[...] a solução dessa situação-problema deve ser realizada coletivamente pelos estudantes e possibilitar a síntese da solução coletiva” (SOUZA *et al.*, 2021, p. 8).

Por fim, a última característica apresentada por Moraes (2008) é de que a AOE “se torne uma atividade do sujeito”, utilizando aqui o sentido da palavra atividade no entendimento de Leontiev, que, em sua Teoria da Atividade, a conceitua como: “Processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo,

se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar essa atividade, isto é, o motivo” (LEONTIEV, 1988, p. 68).

Em outras palavras, para a THC, só é possível que o objeto a ser ensinado seja compreendido como objeto de aprendizagem pelos estudantes, se esse objeto se constituir como uma necessidade para eles. Se o estudante sentir a necessidade de conhecer/compreender o conceito, e, ao buscar soluções, desenvolver ações de acordo com o motivo que o leva a agir, o estudante estará em atividade. Então, para que isso ocorra, é imprescindível que o sujeito sinta necessidade de solucionar o problema, para tanto, a SDA deve contemplar a gênese do conceito, a sua essência, como já enfatizado.

Portanto, para que se possa elaborar uma SDA para um determinado conceito, o professor precisa pesquisar ativamente a história desse conceito, a fim de buscar quais foram os motivos geradores do mesmo, a sua essência, além de verificar qual seria a forma mais apropriada da SDA considerando quem são os estudantes. Após a elaboração da SDA, o professor ainda necessita pensar, como será a intervenção, a fim de mediar de forma que coloque os estudantes em atividade, segundo Leontiev, e para isso é imprescindível também o trabalho coletivo.

Com a apresentação desses aspectos que fundamentam a AOE, na sequência trata-se da SDA abordada nesse artigo, apresentando sua elaboração, sua problemática, a resolução feita coletivamente com os estudantes, e o recorte de um episódio elaborado na pesquisa.

3 Elaboração e resolução da SDA

As SDAs podem ser consolidadas mediante diferentes recursos metodológicos, organizados intencionalmente pelo professor, de forma que propicie ao estudante a necessidade de aprender. Entre esses recursos estão o jogo, a situação emergente do cotidiano e a história virtual, mencionadas em Moura *et al.* (2016). A SDA apresentada aqui está na forma de uma história virtual, que é

[...] compreendida como uma narrativa que proporciona ao aluno envolver-se na solução de um problema como se fosse parte de um coletivo que busca solucioná-lo, tendo como fim a satisfação de uma determinada necessidade à semelhança do que pode ter acontecido em certo momento histórico da humanidade (MOURA *et al.*, 2010, p. 224).

Ou seja, ela possui o papel de colocar o estudante diante de uma situação parecida com a vivenciada pela humanidade, porém no sentido genérico. Essa história virtual foi

pensada como uma possibilidade de apresentar o movimento histórico e lógico de função aos estudantes, a fim de que se apropriem desse conceito. Dessa forma, utiliza-se das características que fundamentam o conceito de AOE, objetivando colocar os estudantes em atividade de aprendizagem, onde, ao buscar solucionar a SDA de forma coletiva, mediados pela pesquisadora de forma intencional, possam estar em atividade e apropriar-se da essência do conceito de função.

A SDA é intitulada “Não adoece somente quem fuma, mas também quem planta”, e busca discutir sobre a realidade dos produtores de fumo, as intoxicações e problemas resultantes delas, a ideia errônea de geração de riqueza por meio dessa produção, a poluição do solo, da água e do ar que essa produção acarreta, e sobre outras opções menos prejudiciais para esses produtores. Apresenta o seguinte problema desencadeador: como Miguel poderia mostrar aos seus pais a opção da produção orgânica e como poderia auxiliar seus colegas nesse entendimento, considerando as diferentes quantidades de terras que possuem.

Para a elaboração da SDA, iniciou-se com a investigação do contexto dos estudantes, a região em que fazem parte, a partir dos dados do perfil socioeconômico do curso de licenciatura onde a pesquisa se daria. Pôde-se verificar que muitos estudantes do curso eram oriundos da zona rural, e essa região possui, entre outros, grande produção de tabaco. Pensando nessa realidade e no ensino de funções, procurou-se elaborar um problema desencadeador de aprendizagem com o propósito de envolver o movimento histórico e lógico de funções, ao mesmo tempo em que se trabalhava com questões que pudessem desenvolver o olhar crítico dos estudantes, quanto aos problemas ambientais, sociais e de saúde que essa produção ocasiona.

Foi necessário pesquisar sobre a produção de tabaco, a quantidade que se produz, como se dá essa produção, os problemas que ela ocasiona, a realidade dos produtores, além de fazer um estudo sobre a história do conceito de função, a fim de encontrar sua essência. Posteriormente, buscou-se analisar alguns episódios da história do conhecimento de função na experiência humana, quais foram as necessidades humanas que o geraram, a fim de elaborar, de forma genérica, como já mencionado, uma situação parecida com a vivenciada pela humanidade.

Nesse estudo, verificou-se que no desenvolvimento humano surgiu a necessidade de reconhecer grandezas envolvidas em um problema e relacioná-las, considerando sua variação, assim, surgiram algumas linguagens algébricas a fim de sanar essa necessidade. Para Boyer (1996), foram três momentos de desenvolvimento, quando o pensamento

algébrico era representado por meio de palavras, quando foram introduzidos símbolos para representar as incógnitas, e quando foram utilizados símbolos para representar as ideias da álgebra.

Para Caraça (1951), o conceito de função nasceu do conceito de leis naturais, resultado da evolução da correspondência um a um, e Fonseca, Santos e Nunes (2013) afirmam que foi pela contribuição do Bispo Nicolau de Oresme (1323-1382) que se percebeu que era possível trabalhar com duas variações ao mesmo tempo.

Houve também, entre outros, as contribuições de Newton (1642-1727), ao usar os termos “fluente” e “fluxo” fluente para as variáveis dependente e independente, fluente por ser uma quantidade que flui e fluxo do fluente por ser a taxa de variação do fluente. A fluência (variação), juntamente com a interdependência (dependência) são trazidos por Caraça (1951) como elementos essenciais da função, pois para o autor, as coisas no mundo apresentam essas duas características especiais.

A primeira diz que todas as coisas estão relacionadas umas com as outras. O mundo e tudo o que nele existe é um organismo vivo com intensa comunicação e participação constante da vida uns dos outros. A segunda quer dizer que o mundo está em permanente evolução; todas as coisas, a todo o momento, se transformam; tudo flui, tudo devém. Assim, tudo se relaciona e tudo muda o tempo todo (NEVES, 2015, p. 56).

Essas características foram tratadas na pesquisa, como os nexos conceituais de função, juntamente com outros relatados por Sousa (2018): o movimento, o campo de variação e a variável. O movimento pode ser entendido pelo próprio significado da palavra, algo que não fica estancado; O campo de variação seria o quanto as grandezas variam, e variável contempla “[...] a fluência do movimento das quantidades” (PANOSSIAN, 2008, p. 77), podendo ser entendida como “[...] variável palavra (associada à álgebra retórica), variável figura (associada à álgebra geométrica de Euclides) e variável numeral (associada à álgebra sincopada de Diofanto)” (PANOSSIAN, 2008, p. 55), além da variável letra na álgebra simbólica.

Os nexos conceituais são apresentados por Sousa (2018, p. 50), como “[...] os elos que fundamentam os conceitos [, que] contêm a lógica, a história, as abstrações, as formalizações do pensar humano no processo de constituir-se humano pelo conhecimento” (SOUSA, 2018, p. 50), e para Silva (2018), eles “[...] estão impregnados de história, por isso, são históricos” (SILVA, 2018, p. 29), e “[...] nos revelam a essência desse conceito” (SILVA, 2018, p. 49). Dessa forma, é preciso que se busque a essência do conhecimento, partindo da compreensão dos nexos conceituais. Foram essas noções

que auxiliaram na construção das SDAs para a pesquisa, onde buscou-se colocar no estudante a necessidade de utilizar-se de algo que tivesse fluência, que estivesse em movimento, e relacionando ao mesmo tempo duas grandezas.

É importante mencionar também que, com esse estudo da história do conceito de função, pode-se observar que ele não possuiu sempre essa abrangência de hoje, mas foi surgindo lentamente diante da necessidade de se estudarem os fenômenos e as leis naturais, e o quão é de imprescindível importância que os estudantes compreendam essa construção e sejam levados por um caminho parecido, de forma a entenderem qual é o sentido de função, qual a sua necessidade, qual é a essência desse conceito. Dessa forma, acredita-se que o estudante possa estar em atividade.

Durante a intervenção, após a apresentação da SDA, os estudantes foram organizados em grupos a fim de que buscassem resolver o problema desencadeador coletivamente. Pode-se observar que trabalhavam ativamente na resolução do problema, pois estavam ansiosos por descobrir como “ajudar Miguel”, não somente a resolver o problema matematicamente, mas também a analisar se era viável, se era possível a mudança, considerando as leis para produção de orgânico, a lucratividade dessa produção comparada com a tradicional, o tempo que necessitariam para aprender a trabalhar com essa cultura e para iniciar a venda como orgânico e as mudanças na estrutura, ou seja, os benefícios e os contras.

Os estudantes discutiram sobre todos esses temas e, ao buscarem resolver “a parte matemática”, foram reconhecendo alguns dos nexos conceituais que envolvem o conceito de função, na direção da essência do conceito. Dessa forma, o primeiro episódio foi organizado baseado na observação de como os estudantes foram reconhecendo as grandezas da Tabela 1 a seguir, constante na SDA desenvolvida com os estudantes, onde são observados dados de uma safra de tabaco orgânico comparada com o tabaco tradicional, para 2 hectares de terra, buscando entender como cada uma das grandezas se relacionam, quais são variáveis ou fixas, quais são dependentes de outras e qual é o campo de variação das funções que foram sendo elaboradas.

Tabela 1: Resultado da safra 2015/2016

Produção	Tabaco orgânico (2ha)	Tabaco tradicional (2ha)
Pés	30000	30000
Média por pé (g)	96,27	180
Kg (total)	2888,00	5400,00
Valor (kg)	12,00	9,41
Receita	34656,00	50814,00
Custo	11282,30	26271,10

Lucro líquido	23373,70	24542,90
----------------------	-----------------	-----------------

Fonte: Chaves, Prado e Silva (2016)

Portanto, esse episódio objetiva revelar como os estudantes foram reconhecendo alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito, sendo composto por quatro cenas que trazem esse movimento dos estudantes na busca pelas funções que auxiliariam a responder ao problema desencadeador da primeira SDA: como Miguel poderia mostrar aos seus pais a opção da produção orgânica e como poderia auxiliar seus colegas nesse entendimento, considerando as diferentes quantidades de terras que possuem.

As cenas são anunciadas a seguir, no Quadro 1, que sintetiza o movimento de reconhecimento de alguns nexos, no movimento das cenas que constituem o Episódio A: Reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito, que compõe o primeiro isolado da pesquisa – Indícios da apropriação conceitual de função.

Isolado	Episódio	Cena
Isolado 1. Indícios da apropriação conceitual de função.	Episódio A: Reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito.	Cena 1: Função como uma relação entre grandezas.
		Cena 2: O reconhecimento de variáveis em uma função.
		Cena 3: A interdependência como um dos nexos conceituais.
		Cena 4: O campo de variação como um dos nexos conceituais.

Quadro 1: Isolado 1
Fonte: as autoras (2022)

Os estudantes trabalharam coletivamente, organizados em grupos e, baseados na Tabela 1, buscaram resolver a SDA proposta. Durante a resolução, há indícios de que os estudantes perceberam que alguns dados da Tabela 1 eram variáveis, enquanto outros eram fixos, como pode-se observar na conversa com o estudante 1 que, também revela uma percepção quanto às relações entre as grandezas:

Estudante 1: Só que tem que transformar primeiro profe, aqui tá em grama, então você primeiro tem que transformar a média por pé em quilos pra daí, como o quilo total é variável então a média do pé, como ela é fixa, vai ter que transformar em quilos pra daí fazer essa, esse quilo total. (Registro oral, 05/04/22).

Em outras conversas, os estudantes também revelam essa compreensão quanto às relações entre as grandezas da Tabela 1. O estudante 8 aponta que “A receita é o quilograma vezes v que é o valor” (Registro oral, 05/04/22) e em outra conversa, que “[...] o lucro é r menos c ” (Registro oral, 05/04/22). O estudante 2 afirma que “O lucro depende

da quantidade de terra” (Registro oral, 18/04/22), onde, além de apontar essa compreensão quanto à relação entre essas grandezas, também traz o entendimento de dependência de uma variável em relação à outra.

Dessa forma, alguns estudantes perceberam que poderiam utilizar a ideia de uma função para resolver a situação e, baseados na Tabela 1, escreveram uma nova tabela, para a unidade de hectare, a fim de facilitar os cálculos para outras quantidades de terra, como aponta o estudante 1 ao ser questionado quanto ao motivo pelo qual a escreveram: “Porque ficaria mais fácil de multiplicar por qualquer valor” (Registro oral, 05/04/22). A Figura 1 retrata um exemplo dessa tabela unitária, feita pela estudante 3:

PRODUÇÃO	Tobacco org. (1ha)	Tobacco Trad. (1ha)
PÉS	15 000	15 000
MÉDIA/pc (g)	96,22	180
Kg (total)	1444	2700
Valor (Kg)	12	9,41
RECEITA	17 328,00	25 407,00
Custo	5 641,15	13 135,55
LUCRO	11 686,85	12 271,45
DIFERENÇA DE LUCRO por ha é de 584,6		

Figura 1: Tabela para um hectare feita pela estudante 3, integrante do grupo 3
Fonte: as autoras (2022)

Baseados nessa tabela (Figura 1), a maioria dos estudantes organizou uma segunda tabela, exemplificada na Figura 2 a seguir, onde elaboraram algumas relações, para o tabaco tradicional e para o tabaco orgânico, a fim de comparar essas produções. Um exemplo é a relação para pés e a quantidade de terra: $p = 15000 \cdot x$, onde p é a quantidade de pés, 15000 é a quantidade de pés que podem ser plantados em um hectare de terra e x é a quantidade de hectares.

	Org	Conv
Pés (P)	$x \cdot 75.000$	$x \cdot 15.000$
Medida por pé (m)	96,2€	180
Kg (kg)	$P \cdot m / 1000$	$P \cdot m / 1000$
Valor (V)	12,00	9,41
Receita (R)	$Kg \cdot V$	$Kg \cdot V$
Custo (C)	$x \cdot 5641,15$	$x \cdot 13.135,55$
Lucro	$R - C$	$R - C$

Figura 2: Tabela para qualquer quantidade de hectares feita pelos estudantes integrantes do grupo 1
Fonte: as autoras (2022)

A partir disso, e de alguns relatos dos estudantes, há evidências de que compreenderam as relações entre os dados da Tabela 1, especificamente quanto à dependência entre eles e quanto ao comportamento daquelas, em relação à quantidade de terra. A pesquisadora, ao questionar o Estudante 2, por exemplo, acerca de como representou a quantidade de pés para o caso de qualquer quantidade de hectares, recebeu a seguinte resposta:

Estudante 2: O número de pés, seria 15 mil, vezes o número de hectares.

Pesquisadora: Daí você colocou o número de hectares como?

Estudante 2: Coloquei x. (Registro oral, 05/04/22).

A compreensão do estudante, manifestada no relato, permite evidenciar que entendeu que a quantidade de hectares é variável, e que depende da quantidade de pés por hectare.

A partir dessas relações que foram elaborando, puderam chegar na função do lucro para o tabaco tradicional e orgânico, e também na função da diferença, escrita pela estudante 3 como $d(x)=584,6x$, onde d é a diferença e x é a quantidade de terra. Essa função pode ser usada para verificar qual é a diferença de lucratividade entre as produções orgânica e tradicional. Com essas funções definidas, os estudantes utilizaram o GeoGebra como ferramenta a fim de analisar os gráficos, compreender como se comportam e comparar as funções. Na Figura 3 apresenta-se o gráfico para essas três funções, feito no GeoGebra.



Figura 3: Gráficos das funções lucro do tabaco orgânico (em verde), lucro do tabaco tradicional (em vermelho) e diferença dos lucros (em azul), feitos no GeoGebra.

Fonte: as autoras (2022)

Com a análise desses gráficos, há indícios de que os estudantes perceberam qual seria o campo de variação das funções, pois os gráficos constantes na Figura 3 não são totalmente compatíveis com o problema por não ser possível haver valores negativos para a quantidade de terra. A estudante 3, ao ser questionada quanto a que valores são válidos para o problema, responde que é a partir “Dos positivos” (Registro oral, 05/04/22), e assim como outros estudantes, indica ter compreendido que as funções relacionadas à SDA são válidas no intervalo $(0, \infty)$, ademais, que esse intervalo é dos números reais, pois é possível haver quantidades não inteiras de hectares. Vale ressaltar também que essas quantidades não são tão grandes, pois se trata de pequenos produtores de terra, apesar disso, como não é possível saber exatamente qual seria a quantidade máxima de terra, ficou estipulado esse intervalo até o infinito.

Os gráficos também auxiliaram na compreensão da proporção entre as variáveis, do quanto uma aumenta em relação a outra, à qual os estudantes estavam com dificuldades de entender, como é possível perceber na seguinte conversa da pesquisadora com os estudantes:

Estudante 1: Se x aumentar uma unidade, o outro vai aumentar na mesma proporção também.

Pesquisadora: Mas quanto? Ele vai aumentar muito? Se eu aumentar o x uma unidade, o d aumenta muito, ou será que ele aumenta pouquinho?

Inaudível

Pesquisadora: Mas quanto?

Estudante 8: Um.

Pesquisadora: Um será? Vamos pensar assim, então o x , opa, 584,6 vezes 1, então meu d vai ser, 584,6. Se eu pegar agora, e colocar no lugar do x , o 2, que resultado

eu vou ter? 1168. Então, ó, eu aumentei uma unidadezinha no x, o d aumentou quanto?

Estudantes: 584,6. (Registro oral, 05/04/22).

Em outro relato, da estudante 3, que escreveu essa função da diferença, há indícios de que compreendeu essa relação, ao tentar explicar a utilidade dessa função, mencionando que ao aumentar uma unidade na variável hectare, a variável diferença aumenta 584,6 unidades:

Estudante 3: Eu pensei em mostrar só o, a diferença do lucro entre os dois, e daí como um hectare a diferença vai dar 584,6, e multiplicar isso pela quantidade de terras que o cara tem. (Registro oral, 05/04/22).

Também há relatos que apontam para o entendimento do significado da interseção desses gráficos dos lucros, onde o estudante 2 menciona que essa interseção se dá “Quando daria o mesmo lucro” (Registro oral, 05/04/22), ou seja, neste caso, onde ela ocorre na origem, significa que o tabaco tradicional sempre dará um lucro maior que o orgânico.

Após essas análises e a discussão dos grupos, os estudantes apresentaram suas conclusões, num movimento de síntese coletiva. Foi possível perceber que estavam preocupados em “como” levar essas informações aos pais de Miguel, que eram pequenos agricultores, provavelmente sem muito estudo, de forma que entendessem. Também focaram na possibilidade de fazer a mudança do tradicional para o orgânico, levando em conta os prós e os contras.

Ademais, esse episódio permitiu reconhecer alguns nexos que foram sendo mobilizados a partir das ações e questionamentos, da intervenção da pesquisadora durante a apresentação, entendimento e resolução da SDA, todas feitas de forma intencional a fim de mobilizar esse movimento, pois é a partir da compreensão dos nexos conceituais que é possível revelar a essência do conceito (SILVA, 2018).

Na resolução da SDA os estudantes utilizaram-se de letras para as grandezas por já terem certo conhecimento sobre funções advindos da educação básica. Na elaboração da ‘tabela variável’, onde foram escrevendo as relações entre as grandezas, há evidências de uma compreensão de que a função faz corresponder dois conjuntos, e de como seria essa correspondência entre as variáveis. Para Caraça (1951), essa compreensão é de imprescindível importância para o entendimento de função. Ademais, isso permitiu que observassem as alterações que uma variável ocasiona na outra e conseqüentemente, que há uma correspondência unívoca entre os dois conjuntos envolvidos na relação.

Portanto, acredita-se que esse movimento ajudou os estudantes a se apropriarem do conceito de função, por possibilitar que descobrissem que relações haviam entre as grandezas apresentadas no problema e, baseado nisso e em outros conhecimentos da vida na agricultura, auxiliar o Miguel a tomar uma decisão para apresentar esses dados de forma convincente e de modo a melhorar e transformar as condições de trabalho dos agricultores.

Destarte, essa SDA tem potencial para desencadear no estudante a apropriação do conceito de função e a pensar de forma crítica quanto a produção do tabaco e suas consequências, e é possível afirmar que essa forma de ensino, em uma disciplina de conhecimentos específicos, pode auxiliar os estudantes na compreensão do conceito, levando-os a estarem em atividade, por permitir que alguns nexos sejam mobilizados. Ademais, foi possível observar que essa SDA permitiu que alguns estudantes reconhecessem a importância do estudo de funções, dando um sentido para as funções, como pode-se perceber no relato da estudante 5, ao mencionar que seu entendimento sobre funções sofreu alterações com essa proposta de ensino:

Estudante 5: Na verdade, eu via mais como tipo uma fórmula pra simplesmente traçar uma reta, por exemplo no plano cartesiano, e agora eu entendo que não é só isso, que tem um monte de coisa aí envolvido, tipo, você vê um sentido pra trabalhar isso. No Ensino Médio, quando a gente está dentro da sala e a professora apresenta o conteúdo, a maior parte da sala diz que não gosta de matemática, ou diz: onde é que eu vou usar isso na minha vida né, é o que a gente houve, porque a gente não tem essa explicação (Registro oral, 11/04/22).

Ou seja, entende-se nessa perspectiva que se efetive o movimento da atividade pedagógica, que “[...] refere-se à unidade entre a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem” (NASCIMENTO; MOURA, 2018, p. 58), onde a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem são mutuamente complementares, sendo uma tão importante quanto a outra, e que “[...] tem por finalidade contribuir para que os sujeitos desenvolvam para si as máximas capacidades já alcançadas pelo gênero humano, o que se dá através da reconstituição dos traços essenciais das atividades historicamente produzidas nas diferentes esferas da vida” (NASCIMENTO; MOURA, 2018, p. 59). Sendo assim, com essa forma de ensino, o professor pode conhecer teoricamente as atividades humanas para reconstituir a estrutura da atividade pedagógica, e a atividade de ensino organizada à luz da AOE como base teórico-metodológica, pode mobilizar a atividade de aprendizagem dos estudantes.

4 Considerações finais

A pesquisa, nesse movimento de análise, permite evidenciar que a organização do ensino por meio da proposição de situações desencadeadoras de aprendizagem na formação de futuros professores de matemática, que considere o conceito de AOE como base teórico-metodológica para o ensino, como discutida ao longo do texto, pode favorecer o processo formativo voltado ao ensino de conhecimentos matemáticos, na direção da compreensão e apropriação dos conceitos matemáticos a serem ensinados, sendo estes entendidos como produto de necessidades humanas.

Nessa perspectiva, pode-se entender a importância da intencionalidade pedagógica, de forma que a mediação do professor é imprescindível para que o objetivo proposto seja alcançado, o que amplifica a relevância de uma formação de qualidade para os professores e futuros professores.

Ademais, a busca e o entendimento dos nexos conceituais, por parte do professor, constituiu aspecto essencial na organização do ensino voltado para a compreensão e apropriação do conceito, por estarem impregnados de história, e dessa forma revelarem a essência do conceito. Outrossim, a coletividade no processo de desenvolvimento das ações de ensino pode favorecer o processo de apropriação dos conhecimentos teóricos, já que estes se formam pela interação entre os pares.

À vista disso, entende-se que a manifestação desses aspectos na organização do ensino pode colocar tanto professor quanto estudante em atividade, conforme o entendimento de Leontiev, na medida em que as SDAs contemplem a essência desse conceito, revelem a intencionalidade pedagógica dos conceitos a serem ensinados e que a mediação desencadeada pelas ações do professor, corroborem para que o estudante reconheça a necessidade de conhecer/compreender o conceito para a solução dos problemas.

Referências

BOYER, C. B. **História da Matemática**. 2 ed. Tradução Elza F. Gomide. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1996.

BRASIL. **Resolucao CNE/CP nº 2/2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>>. Acesso em: 07 mar. 2023.

CARAÇA, B. de J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, 1951.

CHAVES, A. M. de; PRADO, J. D.; SILVA, S. L. da. Comparação dos custos de tabaco orgânico e convencional. *In: EVENTO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2., 2016, Ponta Grossa. **Anais do EIICS**. Ponta Grossa: Secal, 2016. Disponível em: <https://unisecal.edu.br/wp-content/uploads/2019/05/Comparacao_de_custos_Angelita_Jocimar_Silvano.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2021.

FONSECA, V. G. da; SANTOS, A. R. dos; NUNES, W. V. Estudo epistemológico do conceito de funções: uma retrospectiva. *In: XI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2013. Curitiba. **Anais do XI ENEM**. Curitiba: SBEM/PR, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327322147_ESTUDO_EPISTEMOLOGICO_DO_CONCEITO_DE_FUNCOES_UMA_RETROSPECTIVA>. Acesso em: 08 ago. 2021.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. *In: VIGOTSKY, L. S. et al. (Orgs.). Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone editora, 1988. p. 59-83.

LONGAREZI, A. M.; FRANCO, P. L. J. A formação-desenvolvimento do pensamento teórico na perspectiva histórico-cultural da atividade no ensino de matemática. **Revista Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 526-561, fev. 2017.

MORAES, S. P. G. de. **Avaliação do Processo de Ensino e Aprendizagem em Matemática: Contribuições da teoria histórico-cultural**. 2008. 260 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MORETTI, V. D. O problema lógico-histórico: aprendizagem conceitual e formação de Professores de matemática. **Revista Poiésis**, Tubarão, Número Especial, p. 29 - 44, Jan/Jun. 2014.

MORETTI, V. D.; MARTINS, E.; SOUZA, F. D. de. Método histórico-dialético, teoria histórico-cultural e educação: algumas apropriações em pesquisas sobre formação de professores que ensinam matemática. *In: MORETTI, V. D. e CEDRO, W. L. (Orgs.). Educação Matemática e a teoria histórico-cultural: um olhar sobre as pesquisas*. Campinas: Mercado de Letras, 2017. p. 25-59.

MOURA, M. O. de. *et al.* A atividade Orientadora de Ensino como unidade entre ensino e aprendizagem. *In: MOURA, M. O. de. (Org.). A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural*. Campinas: Autores Associados, 2016. p. 93-125.

MOURA, M. O. de. *et al.* Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem, **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 10, n. 29, p. 205-229, jan./abr. 2010.

MOURA, M. O. de; SFORNI, M. S. de F., ARAÚJO, E. S. Objetivação e apropriação de conhecimentos na atividade orientadora de ensino. **Revista Teoria e Prática da Educação**, Maringá, v. 14, n. 1, p. 39-50, jan./abr. 2011.

MOURA, M. O. de; SFORNI, M. S. de F., LOPES, A. L. R. V. A objetivação do ensino e o desenvolvimento do modo geral da aprendizagem da atividade pedagógica. *In: MOURA, M. O. de. (Org.). Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural*. São Paulo: Edições Loyola, 2017. p. 71-99.

NASCIMENTO, C. P.; MOURA, M. O. de. Dos princípios às ações organizadoras da atividade pedagógica. In: PEDERIVA, P. L. M.; et al. **Educar na perspectiva histórico-cultural: diálogos vigotskianos**. Campinas: Mercado de Letras, 2018. (p. 53-77).

NEVES, J. D. **O ensino e a aprendizagem de álgebra nos anos finais do ensino fundamental: a formação do conceito de função**. 2015. 238 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2015.

PANOSSIAN, M. L. **Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica de estudantes: indicadores para a organização do ensino**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SILVA, A. L. da. **O ensino de função exponencial para além das aparências**. 2018. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SOUSA, M. do, C. de. O movimento lógico-histórico enquanto perspectiva didática para o ensino de matemática. **Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p. 40-68, jan./abr. 2018.

SOUZA, F. D. de. *et al.* Do conceito de Atividade Orientadora de Ensino às situações desencadeadoras de aprendizagem em pesquisas sobre ensino e formação de professores. **Ensino Em Re-Vista**, Uberlândia, v. 28, p. 1-26, 2021.

Recebido em: 06 de abril de 2023

Aceito em: 19 de junho de 2023