

Diagnóstico da aprendizagem por meio da atividade de situações problema discente em modelagem Matemática dos estudantes de licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Amazonas

Yachiko Nascimento Wakiyama.¹

Héctor José García Mendoza ²

Resumo: Apresenta-se este estudo sobre a formação de habilidades, no processo de determinação e construção de modelos matemáticos, no âmbito da Educação Matemática, fundamentado na Teoria da Atividade. O objetivo é diagnosticar a aprendizagem por meio da Atividade de Situações Problema Discente em Modelagem Matemática dos estudantes da Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Amazonas. A pesquisa está fundamentada na teoria de formação por etapas das ações mentais e dos conceitos de Galperin; no ensino problematizador de Majmutov e; na direção da Atividade de Estudo de Talízina. Os instrumentos aplicados foram uma prova pedagógica e um questionário. O modelo de controle do Esquema da Base Orientadora Completa da Ação permitiu criar critérios para analisar a aprendizagem. Os resultados revelam que a maioria dos estudantes possui uma orientação falha, necessitando de (re)elaboração de uma base orientadora da ação adequada para formação de habilidade em determinar modelos matemáticos diante de situações problemas.

Palavras-chave: Teoria da Atividade. Teoria de Galperin. Tarefas de Modelagem Matemática. Esquema da Base Orientadora Completa da Ação.

Learning diagnosis through the student problem situations activity in Mathematical modeling of students of the Mathematic degree at the Federal University of Amazonas

Abstract: We present a study on the formation of skills in the process of determining and building mathematical models in the context of Mathematics Education, based on the Activity Theory. The objective is to diagnose the learning through the Student Problem Situations Activity in Mathematical Modeling of the students of the Licentiate Degree in Mathematics at the Federal University of Amazonas. The research is based on Galperin's theory of formation by stages of mental actions and concepts; the problem-solving teaching of Majmutov and; the direction of the Talízina Study Activity. The instruments applied were a pedagogical test and a questionnaire. The control model of the Scheme of the Complete Orienting Base of the Action allowed the creation of criteria to analyze learning. The results reveal that most students have a faulty orientation, requiring the (re)elaboration of an appropriate action orienting base for the formation of skills in determining mathematical models in facing of problem situations.

Keywords: Activity Theory. Galperin's Theory. Mathematical Modeling Tasks. Scheme of the Complete Orienting Base of the Action.

¹ Mestre em Matemática. Professora em Educação Matemática do departamento de Matemática da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Amazonas, Brasil. ✉ wakiyamayashi@ufam.edu.br  <https://orcid.org/0000-0003-0227-0285>

² Doutor em Educação. Professor em Educação Matemática do departamento de Matemática da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Professor do Mestrado em Ensino de Ciências e em Educação na Universidade Estadual de Roraima (UERR) e do Doutorado em Educação em Ciências e Matemática da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Roraima, Brasil. ✉ hector.mendoza@live.com  <https://orcid.org/0000-0002-0346-8464>

Diagnóstico del aprendizaje a través de la actividad de situaciones problema docente en modelización Matemática de los estudiantes de la licenciatura en Matemática de la Universidad Federal del Amazonas

Resumen: Presentase un estudio sobre la formación de habilidades en el proceso de determinación y construcción de modelos matemáticos en el contexto de la Educación Matemática, a partir de la Teoría de la Actividad. El objetivo es diagnosticar el aprendizaje a través de la Actividad Situaciones Problema Docente en Modelaje Matemática de los estudiantes de la Licenciatura en Matemática de la Universidad Federal de Amazonas. La investigación se fundamenta en la teoría de formación por etapas de las acciones mentales y los conceptos de Galperin; la enseñanza problematizadora de Majmutov y la dirección de la Actividad de Estudio de Talízina. Los instrumentos aplicados fueron una prueba pedagógica y un cuestionario. El modelo de control del Esquema de la Base Orientadora Completa de la Acción permitió la creación de criterios para analizar el aprendizaje. Los resultados revelan que la mayoría de los estudiantes tienen una orientación deficiente, requiriendo la reelaboración de una base orientadora de acción adecuada para la formación de habilidades en la determinación de modelos matemáticos ante situaciones problemas.

Palabras clave: Teoría de la Actividad. Teoría de Galperin. Tareas de Modelaje Matemática. Esquema de la Base Orientadora Completa de la Acción.

Introdução

A Modelagem Matemática tem sido requerida em sala de aula por diversos motivos, um deles é possibilitar o desenvolvimento de habilidades para reconhecimento e aplicação dos conceitos matemáticos na prática, isto é, na resolução de situações problemas que surgem no cotidiano do indivíduo (MAAB, 2005; GREER e VERSCHAFFEL, 2007; BLOMHØJ e JENSEN, 2007; SOSTISSO e BIEMBENGUT, 2013).

Nesta mesma direção, este artigo tem por objeto de estudo a formação de habilidades para obtenção dos modelos que representam de uma forma aproximada o fenômeno em questão, sob o âmbito da Educação Matemática. A formação de habilidades é tratada, aqui, na perspectiva dialética dos teóricos da Teoria Histórico-Cultural associada ao processo³ de modelagem.

Primeiramente, é apresentado o conceito de *problema discente* de M. J. Majmutov que compõe elementos da *base orientadora da ação* e das *tarefas de modelação* a serem aplicadas em sala de aula. Em seguida, abordaremos a *orientação* como ação mental que permite ao estudante o planejamento, a solução das situações problemas, e, também, o controle e regulação do processo segundo P. Ya Galperin. E, como encaminhamento da atividade⁴, tem-se *direção geral de estudo* de N. Talízina. Os fatores psicológicos,

³ Também conhecido como sistema composto das fases ou etapas necessárias para determinação do modelo matemático.

⁴ Atividade segundo conceito dado por N. A. Leontiev.

motivacionais e didáticos dos três teóricos supracitados, alinhados com os aspectos procedimentais de modelagem permitiu a constituição da Atividade de Situações Problema Discente⁵ (ASPD) de Modelagem Matemática (MM).

Para realizar a análise da contribuição da ASPD de MM na formação de habilidades dos estudantes, fez-se necessária, a determinação do nível de partida dos estudantes participantes da pesquisa, pois, segundo Talízina (2000), a assimilação de qualquer conhecimento e habilidade nova, pressupõe um nível determinado de desenvolvimento da atividade dos estudantes, sobre os quais se constituem novos conhecimentos e habilidades.

Logo, o objetivo deste artigo é diagnosticar a aprendizagem por meio da Atividade de Situações Problema Discente em Modelagem Matemática, fundamentada na teoria de formação por etapas das ações mentais de Galperin, a direção da Atividade de Estudo de Galperin e ensino problematizador de Majmutov nos estudantes de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), na determinação de modelos matemáticos.

A seguir, será apresentado o referencial teórico, baseado na Teoria Histórico-Cultural na perspectiva de Galperin, Talízina e Majmutov, os tipos de tarefas de Modelagem Matemática, construção do Esquema da Base Orientadora da Ação (EBOCA) e a direção da Atividade de Estudo. Seguidamente, os instrumentos de coleta de dados, por meio de uma prova pedagógica e um questionário e, para a análise dos dados foi adotado o método qualitativo quantitativo, com ênfase no qualitativo, a partir dos parâmetros gerados na execução dos estudantes das operações que compõem da ASPD de MM.

Referencial Teórico

No contexto histórico-cultural assumido neste trabalho, Núñez, Melo e Gonçalves, (2019) declaram que a formação de habilidade é um processo que demanda a assimilação de um sistema de ações e conhecimento conceitual. Na direção da psicologia pedagógica, Talízina (2000, p. 19) reforça a relação entre conhecimentos e as ações ao declarar que “saber sempre significa saber realizar uma ou outra atividade ou as ações relacionadas a ela”.

⁵ Fundamentado na Atividade de Situações Problema Discente de Mendoza e Delgado (2018, 2020, 2021).

Segundo Leontiev, a atividade humana forma-se por um sistema de ações, a qual o sujeito se relaciona com o objeto considerando um propósito que responde às suas necessidades, um motivo. Cada ação forma-se por um sistema de operações para alcançar um objetivo. A atividade é orientada pelo motivo e a ação a um objetivo (DELGADO e MENDOZA, 2016).

Sob essa perspectiva, a apropriação de habilidades na construção de modelos requer, primeiramente, o motivo que dirija a atividade, em seguida, a composição de um sistema de ações da qual o indivíduo deve orientar seu objetivo. De acordo com Majmutov (1983), o ser humano é motivado a pensar (de forma criativa) diante de *situações problemas*, isto é, situações em que as condições existentes (conhecido) não lhe sugerem um procedimento e tão pouco há em sua experiência anterior um esquema possível de solução (desconhecido). Esta relação entre o conhecido e desconhecido denomina-se *contradição*.

As tarefas têm por objetivo propiciar aos estudantes maior participação e dinâmica na busca do desconhecido, a partir do conhecido, representando um eixo de mediação entre o problema e a busca de solução (NÚÑEZ *et al.*, 2004, p. 155). Majmutov (1983) afirma que tarefas que possuem potencial para situações problemas impulsionam a busca do conhecimento.

Porém, vale ressaltar que, a contradição objetiva de uma tarefa, entre os dados e as condições, pode converter-se na força motriz do pensamento somente em caso de que se transforme na consciência do estudante, na contradição entre o conhecido e desconhecido. Desta forma, a tarefa se “[...] *transforma* em um fenômeno totalmente novo, *o problema discente*” (MAJMUOTOV, 1983, p. 132, grifos nossos). Com intuito de abarcar este potencial motivador, as tarefas propostas neste artigo são estabelecidas sob o aspecto do problema discente.

Uma vez definido o caráter das tarefas, é preciso nortear, orientar as ações no processo de modelagem. A aprendizagem é uma atividade que, conforme Galperin (2001), tem por resultado a formação de novos conceitos científicos e habilidades advindos da ação orientadora adequada, ou a incorporação de novas qualidades mediante reelaboração da orientação.

O planejamento da atividade é determinado seguindo o princípio de que “toda ação realizada possui um organismo de direção (orientadora), um organismo de trabalho (executiva) e um organismo que observa e compara (controle) (TALÍZINA, 1988).

Galperin (2001) destaca a importância da orientação, pois dela depende a qualidade da execução e controle que conduz à formação de habilidade. A orientação ou Base Orientadora da Ação (BOA) representa a imagem da ação que o indivíduo realizará, a imagem do produto final, ligada tanto aos procedimentos como ao sistema de condições exigidas para a ação (TALÍZINA, 2000).

Núñez, Ramalho e Oliveira (2020) ao abordarem as ações orientadoras, afirmam que:

A BOA depende, dentre outros fatores, da natureza das tarefas ou das situações problemas para as quais é necessária. Também, depende das particularidades do conteúdo do conceito e do objetivo da ação, do caráter e da ordem das operações que entram na composição da ação, assim como das características dos recursos a serem utilizados na realização da ação (NÚÑEZ, RAMALHO e OLIVEIRA, 2020, p. 117).

Pode-se resumir que na Teoria Histórico-Cultural os conceitos tarefa, situação problema, problema discente (problema), atividade e Base Orientadora da Ação, fundamentadas no Materialismo Dialético e na Teoria da Atividade, são diferentes. A tarefa é apresentada ao estudante como uma contradição objetiva entre o conhecimento conhecido e desconhecido, entretanto, quando o estudante assume a contradição objetiva, esta passa a ser subjetiva e, neste momento, surge a situação problema, ou seja, seu conhecimento é insuficiente para dar resposta à tarefa proposta. O problema discente é quando o estudante determina a dificuldade que não permite solucionar a tarefa proposta. A atividade é um sistema de ações e operações dos estudantes para resolver a tarefa combinada com os seus motivos e necessidades. Base Orientadora da Ação (BOA) orientação real do estudante (subjetiva) para resolver a tarefa (MENDOZA e DELGADO, 2018, 2020, 2021; MAJMUTOV, 1984; TALÍZINA, 1988; NÚÑEZ *et al.*, 2004).

Com intuito de desenvolver habilidades em modelagem dos estudantes, definiremos a seguir os tipos de tarefas de modelação considerando as contradições geradas por situações problemas. Em seguida, é apresentada uma proposta de base orientadora compostas de ações invariantes cujas operações estão atreladas ao processo de modelagem para solucionar essas tarefas.

Tipos de Tarefas de Modelação

Segundo a Matemática Aplicada, o foco da modelagem é “estabelecer um modelo (matemático) de uma situação-problema para então resolvê-la, entendê-la ou ainda modificá-la se necessário” (BIEMBENGUT, 2016, p. 175). É com base neste entendimento que a Educação Matemática busca inserir em contextos da Educação Básica ao Ensino Superior, porém requer adaptações ao ensino.

A modelagem na Educação, definida por Modelação, é o método que se apropria do processo de modelagem para “promover conhecimento ao estudante em qualquer período de escolaridade” (BIEMBENGUT, 2016, p. 175). O que justifica a denominação: tipos de *tarefas de modelação*.

Em sua maioria, os pesquisadores destacam que a situação problema deve ser reconhecida em fases iniciais do processo de modelagem (ERSOY e MOSCARDINI, 1994; D'AMBRÓSIO, 1986; MISCHO e MAAB, 2012). Considerando a importância de uma situação problema a ser compreendida, solucionada e interpretada por meio de uma linguagem simbólica (modelo matemático), é natural que haja uma atenção especial voltada a ela.

Em tarefas de modelação, o conhecido são os dados da tarefa, os conhecimentos anteriores e a experiência pessoal do estudante. Por desconhecido, o que se busca por meio das investigações e experimentos e, inclusive, o próprio modelo que é o meio pelo qual se responderá ao problema discente.

Para a realização da tarefa a contradição deve ser superada. Em modelagem, determinar o modelo é superar uma contradição em um problema discente. No Quadro 1 são indicados os tipos de contradição que Majmutov (1983, p. 173) pontua, acompanhada da superação dessas contradições.

Quadro 1: Tipos de contradições

Contradição	Superação da Contradição
Falta de correspondência	Relacionar os fatos novos com o conhecimento assimilado.
Seleção de conhecimento	Selecionar os conhecimentos para possível solução e verificar qual deles determina a solução.
Práticas novas	Acionar o sistema de conhecimento mediante novas práticas.
Incompatibilidade entre a via teórica e prática	Encontrar a via teórica compatível com a prática, ou se for o caso, que se desenvolva (que se crie) um novo conhecimento para tal tarefa.

Fonte: Adaptado de Majmutov (1983)

De maneira geral, a atividade produtiva inclui os procedimentos e métodos conhecidos da atividade mental, e ao mesmo tempo cria um sistema novo de atos ou

descobre regularidades que antes eram desconhecidas. As tarefas podem ser resolvidas de forma analítico-lógico e/ou heurístico como apresentado no Quadro 2. Ao resolver um problema pela via analítica o estudante recorre, mediante uma sequência lógica de pensamento, uma fórmula ou algoritmo condizente com as condições e dados da tarefa. Pelo procedimento heurístico, o pensamento intuitivo do estudante é acionado para construção de conjecturas, hipóteses, métodos investigativos, demonstração e sínteses que levem à solução do problema discente (Majmutov, 1983, p. 108-109).

Quadro 2: Tipos de procedimentos de solução

	Analítico	Heurístico
Encaminhamento	Algoritmo de solução	Pensamento intuitivo
Se apresenta	Forma clara e objetiva	Percepção do objeto, a ideia, em sua clara compreensão.
Vias de busca	Lógicas, dedutivas ou indutivas	Conjecturas, comparações, hipóteses e comprovações.
Condução	Aplicação de procedimentos conhecidos	Conclusões da solução intuitiva

Fonte: Adaptado de Majmutov (1983)

Além dos fatores já mencionados, Majmutov (1983, p. 203-204) relaciona a experiência (ou falta dela) como contradição que o estudante enfrenta, e por consequência disso, segue um dos três tipos de solução descrito no Quadro 3.

Quadro 3: Tipos de solução

	1º Tipo	2º Tipo	3º Tipo
Experiência	Nenhuma	Razoável	Considerável
Via de solução	Tentativa e erro	Reconhecimento de esquemas	Criação de um novo esquema

Fonte: Adaptado de Majmutov (1983)

No primeiro tipo, o indivíduo não possui nenhuma experiência e, por isso realiza tentativas por um ou outro caminho para “ver se dá certo”. Estas tentativas demandam tempo até que se descubra o conceito, via e/ou procedimento adequado para resolver o problema. No segundo, o estudante já possui uma razoável experiência que lhe permite direcionar os possíveis meios para solucionar o problema utilizando as conexões corretas com fatos vivenciados anteriormente. E, no terceiro tipo, com seu conjunto de fatos já vivenciados na resolução de problemas, é possível ao estudante enriquecer e a até mesmos criar novos conhecimentos e procedimentos como via de solução da tarefa.

Os tipos de solução se caracterizam, nessa ordem, como uma espécie de evolução da criatividade, conforme evolui a experiência do estudante à medida que supera as contradições decorrentes das situações problemas.

De acordo com os princípios abordados, propomos neste artigo, o encaminhamento de tarefas de modelação em sala de aula baseados nos tipos de contradição, de procedimento e de solução concernentes às situações problemas (Ver Quadro 4).

Vale ressaltar que a “[...] a situação-problema encontra sua forma de expressão no problema, subordinado a um objetivo formulado, mas sem solução aparente” (NÚÑEZ *et al.*, 2004, p. 151). Logo, pelo Quadro 4, na tarefa Tipo 3 é necessário que o estudante encontre, por meio de uma situação problema, qual a representação do procurado, a definição do problema. Já nos Tipo 1 e 2 a tarefa informa as condições e dados relevantes, bem como os questionamentos que direcionam a busca do desconhecido, porém, o estudante ainda precisa internalizar a contradição que caracteriza o conflito para a busca de solução.

Quadro 4: Tipos de tarefas de modelação Matemática

Tipo de tarefa de modelação	Tipo de Contradição	Tipo de procedimento	Tipo de Solução
1. Na tarefa são apresentados, os dados são conhecidos, bastando ao estudante a busca do desconhecido, do modelo para a solução.	Falta de correspondência e/ou Seleção de conhecimento	Analítico	Tentativa e erro e/ou reconhecimento de esquemas
2. A tarefa é apresentada, porém cabe ao estudante a investigação de mais dados e determinar procedimentos (desconhecidos) para determinação do modelo matemático.	Práticas novas	Analítico	Reconhecimento de esquemas
3. A situação problema é apresentada, mas compete ao estudante a condução de todo o processo.	Práticas novas e/ou Incompatibilidade entre a via teórica e prática	Heurístico e Analítico	Reconhecimento de esquemas e/ou Criação de um novo esquema

Fonte: Elaborado pelos Autores

Na tarefa de modelação Tipo 1, o estudante possui pouca ou nenhuma experiência com modelagem, por isso, todos os dados são fornecidos na tarefa, não necessitando de dados extras, ficando a cargo do estudante a interpretação correta destas informações, a separação do conhecido e do desconhecido, podendo começar a resolução por tentativa e erro (o que demanda muito tempo) ou, de maneira analítica, aplicando um algoritmo após o reconhecendo um algum esquema em seus conhecimentos anteriores. É importante salientar, que a contradição está na correta seleção e articulação dos esquemas, conceitos e procedimentos como via de resolução.

Na tarefa de modelação Tipo 2, o estudante possui relativa experiência podendo assim se deparar com novas práticas. Neste caso, aumenta a atuação do estudante nos

procedimentos, na busca de dados e recursos tecnológicos. O reconhecimento de esquemas anteriores ainda é de extrema importância, mas, o pensamento intuitivo (heurístico) começa a fazer parte da resolução da tarefa. Nesta proposta, o problema, assim como no Tipo 1, requer compreensão e interpretação do estudante.

A tarefa Tipo 3 é caracterizada por ampla atuação do estudante. O professor atua como consultor, um mediador para guiar o estudante em novos procedimentos, principalmente investigativo. A situação problema é apresentada na tarefa pelo professor, mas cabe ao estudante o questionamento, as questões norteadoras, podendo haver diferentes contradições, o que faz da intuição um fator importante nesta tarefa, inclusive a formulação concreta do problema. Por ter mais experiência, o estudante é incentivado a novas práticas, a aprimorar seu discurso argumentativo por meio de demonstrações mais sofisticadas, com possibilidade de uso de recursos tecnológicos, favorecendo ainda mais o desenvolvimento de formação de habilidades nos processos de modelagem.

Cada um dos tipos de tarefa, pretende formar nos estudantes, o sistema de procedimentos da atividade mental dos diferentes tipos de situações problemas. Independente do tipo de tarefa de modelagem, para solucionar o problema discente, supõe-se sem falta, a atualização, em um grau determinado, da experiência anterior e dos conhecimentos e modos de solução (fases de construção de modelos) assimilados anteriormente.

No âmbito educacional, a modelagem se destina a processos de ensino e aprendizagem (modelagem), por isso, é totalmente plausível que as tarefas possuam graus de implementação, iniciando com todos os dados e condições sendo informados e, gradativamente, o número de informações vai diminuindo conforme a formação das habilidades e o nível de independência dos estudantes, ao ponto de conduzirem todas as fases do processo. Porém, esta cautela não deve excluir a característica essencial da modelagem, mas sim, subsidiar a evolução das tarefas para atingir o objetivo. A tarefa Tipo 3 é a que mais se aproxima do ideal de prática de modelagem, conforme afirmam Madruga e Lima

Para iniciar um trabalho utilizando modelagem, é necessário dispor de uma situação-problema que, para solução, não se disponha de dados suficientes para utilizar uma fórmula ou caminho de solução. Assim, requer um levantamento de possíveis situações de estudo, as quais devem ser, preferencialmente, abrangentes para que se possam proporcionar questionamentos em várias direções (MADRUGA e LIMA, 2019, p. 244).

Mas, as tarefas devem garantir que estudante seja capaz de começar a resolver o problema, de usar seus conhecimentos anteriores. As tarefas aqui propostas seguem o enfoque da Educação Matemática, no qual “o mais importante é o processo de obtenção do modelo e não o modelo, havendo casos onde não se determina o modelo” dependendo do objetivo de ensino (ALVES e FRANCO, 2018, p. 38).

Antes de se propor qualquer tarefa é imprescindível a atualização dos conhecimentos dos estudantes que serão requeridos para a execução dela. O reconhecimento da situação problema é mais aparente no Tipo 3, mas a simples presença da contradição, em todas as tarefas, permite que seja acionado a atividade mental do estudante transformando a tarefa em problema discente.

Apesar de cada tarefa mobilizar procedimentos que evoluem de uma para outra, é preciso dispor de uma base orientadora das ações, um modelo para a correta execução e averiguação das operações destinadas à formação de habilidade em modelagem.

Esquema da Base Orientadora Completa da Ação em Modelagem Matemática

A Base Orientadora da Ação (BOA) é a representação que tem o sujeito da ação de orientação necessária ao conceito, na qual se inclui, e o conjunto de condições necessárias para a sua aplicação com sucesso (NÚÑEZ, RAMALHO e OLIVEIRA, 2020). Baseada nos estudos de Galperin, Talízina (1988) descreve oito tipos distintos de base orientadora, dos quais se destaca o terceiro tipo por “[...] estabelecer a orientação necessária para resolver situação de uma classe determinada dentro dos limites de generalização estabelecidos” (NÚÑEZ, RAMALHO e OLIVEIRA, 2020, p. 117). A BOA tipo III tem composição completa e generalizada, pois contém a essência invariante da atividade e possibilita solucionar todo um conjunto de tarefas de uma mesma classe (NÚÑEZ, MELO e GONÇALVES, 2019).

Porém, sua elaboração não é trivial, pois é difícil para os estudantes encontrar esse tipo de orientação em si mesmos, necessitando de efetiva ajuda e colaboração do professor e dos colegas de dada zona de desenvolvimento proximal. Neste sentido, Galperin introduz o termo de Esquema da Base de Orientação Completa da Ação (EBOCA), este sendo construído pelo professor como a representação esquemática da BOA Tipo III, que serve, tanto como orientação para ele próprio, como para os estudantes (NÚÑEZ, RAMALHO e OLIVEIRA, 2020).

A Atividade de Situações Problema Discente (ASPD) de Mendoza e Delgado (2018, 2020, 2021) é esquematizada na teoria da formação por etapas das ações mentais de

Galperin, por uma direção de estudo de Talízina na zona de desenvolvimento proximal do estudante, tendo como base o ensino problematizador de Majmutov. Os autores propõem o EBOCA voltado à formação de habilidades em resolução de problemas, composto de quatro ações invariantes⁶: 1ªA formular o problema discente, 2ªA construir o núcleo conceitual e procedimental, 3ªA solucionar o problema discente e, por fim, 4ªA analisar a solução.

Apesar de adotar as mesmas ações invariantes, a ASPD de MM deve ser guiada por três modelos integrados próprios (NÚÑEZ e RAMALHO, 2018): o objeto (definição conceitual da ação), da ação (sistema de operações que possibilita a transformação do objeto da ação) e de controle (critérios de acompanhamento da execução da ação). O modelo do objeto é a aquisição de habilidades em construir modelos matemáticos. Para a definição da ação e controle foi necessário associar as fases definidas por diferentes autores/pesquisadores para construção de modelos às operações que conduzem à solução do problema discente. Esta análise e síntese é resumida e esquematizada no Quadro 5. Uma vez definido o modelo do objeto, apresentamos o modelo de ação e controle do EBOCA de MM.

Quadro 5: EBOCA: Modelo de ação e controle da ASPD em MM

1ªA - Habilidade de formular o problema discente		
Fases de MM	Operação da Ação	Operação de Controle
BI - Percepção e Apreensão	O1. Identificar os elementos conhecidos a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos relacionados ao problema.	C1. Identificou os elementos conhecidos a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos do problema?
	O2. Definir ou identificar os elementos desconhecido a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos do problema.	C2. Definiu os elementos desconhecidos a partir dos dados e/ou condições e/ou conceitos e/ou procedimentos do problema?
BH - Interação: Situação e Familiarização	O3. Reconhecer a contradição gerada da situação problema.	C3. Reconheceu a situação problema?
CA - Problematizar; Elaborar suas próprias perguntas; AF - Formulação do Problema	O4. Determinar ou identificar o conhecimento a ser buscado.	C4. Determinou ou identificou o conhecimento a ser buscado?
2ªA - Habilidade de construir o núcleo conceitual e procedimental		
Fases de MM	Operação da Ação	Operação de Controle
BU-Levantamento dos problemas; AF-Processo investigativo; CA-Desenvolver por meio da pesquisa	O5. Selecionar os conceitos e procedimentos conhecidos necessários para a solução do problema discente.	C5. Selecionou os conceitos e procedimentos conhecidos necessários para a solução do problema discente?

⁶ Em Mendoza (2011) os princípios de resolução de problema de Polya foram transformados numa atividade de estudo denominada Atividade de Situações Problema em Matemática. Está composta pelas ações: compreender o problema, construir o modelo matemático, solucionar o modelo matemático e interpretar a solução, baseada em Galperin e Talízina. Posteriormente em Mendoza e Delgado (2018, 2020 e 2021) foi introduzido o ensino problematizador de Majmutov e construído a Atividade de Situações Problema Discente.

BA-Experimentação; BU-Pesquisa exploratória	O6. Atualizar outros conceitos e procedimentos conhecidos que possam estar vinculados com os desconhecidos.	C6. Atualizou outros conceitos e procedimentos conhecidos que possam estar vinculados com os desconhecidos?
BA-Abstração; BH-Matematização;	O7. Encontrar estratégia(s) de conexão entre os conceitos e procedimentos conhecidos e desconhecidos.	C7. Encontrou uma estratégia de conexão entre os conceitos e procedimentos conhecidos e desconhecidos?
3ªA - Habilidade de solucionar o problema discente		
Fases de MM	Operação da Ação	Operação de Controle
BI-Explicitação; AF-Representação matemática; BH-Modelo Matemático BU-Resolução dos problemas	O8. Construir o modelo matemático a partir das relações formuladas em termos teóricos e/ou matemáticos.	C8. Construiu o modelo matemático?
	O9. Aplicar a(s) estratégia(s) para relacionar o modelo aos procedimentos conhecidos e desconhecidos.	C9. Aplicou corretamente a(s) estratégia(s) de solução para relacionar os procedimentos conhecidos e desconhecidos?
BA-Resolução; BH-Resolução	O10. Determinar o buscado.	C10. Determinou o buscado e/ou objetivo?
4ªA - Habilidade de Analisar a solução		
Fases de MM	Operação da Ação	Operação de Controle
BA-Validação; BH-Interpretação, Validação; AF-Análise da resposta	O11. Verificar se a solução corresponde com objetivo, os dados e condições do problema discente. Se ok, pular para operação O14.	C11. Verificou a solução corresponde com objetivo, dados e condições do problema discente? Caso sim, pular para o controle C14.
	O12. Rever hipóteses, simplificações e dados experimentais caso o modelo encontrado não atenda a operação O11.	C12. Identificou e corrigiu hipóteses e/ou simplificações e/ou dados incorretos?
BA-Modificação	O13. Confirmar ou corrigir o objeto buscado.	C13. Confirmou ou corrigiu o modelo?
BI - Significação e Expressão; BA-Aplicação; CA-Refletir e tirar suas próprias conclusões; AF-Comunicação de resultados; BU-Análise crítica das soluções.	O14. Refletir acerca dos resultados obtidos e prever as melhores decisões diante do desconhecido.	C14. Houve análise crítica dos resultados diante do problema discente?
LEGENDA*: BA: BASSANEZI (2009); BI: BIEMBENGUT (2016); CA: CALDEIRA (2009); AF: ALMEIDA; FERRUZZI (2009); BURAK (2010); BH: BIEMBENGUT; HEIN (2013) *fases de modelagem descritas de acordo com os autores citados acima segundo Cararo e Klüber (2017)		

Fonte: Elaborado pelos Autores

O EBOCA de modelagem está constituído de operações que retratam as fases de modelação sob a perspectiva da contradição, na busca do desconhecido na intensão de solucionar o problema discente. A forma com que está esquematizado é uma representação didática de orientação externa tipo III, dispondo de critérios para monitorar as ações, para orientação interna a fim de alcançar habilidades de formular problema discente, construir núcleo conceitual e procedimental, solucionar o problema discente e analisar a solução oriundas de situações problemas em modelagem matemática.

Em determinados casos algumas operações podem ocorrer simultaneamente por conta da dinâmica do procedimento de resolução, o que não implica diferença de resultado no produto final da atividade, até porque o objetivo é que as operações alcancem a forma mais automatizada, comprimidas e menos detalhada.

Direção da Atividade de Estudo

Seguindo a teoria de direção da Atividade de Estudo proposta por Talízina (2000), apresentamos neste artigo dois dos seus cinco direcionamentos. O primeiro é a *definição do objetivo de ensino* como sendo a formação de habilidade em construir/determinar modelos matemáticos para solucionar uma situação problema. O segundo é a *verificação do nível de partida* dos estudantes. Estes dois elementos estão relacionados ao processo de planejamento das ações da atividade.

Do pressuposto teórico aqui assumido, a formação de habilidades se realiza inicialmente com a ajuda externa materializada no EBOCA e, para transição de orientação material para orientação mental, a base orientadora da ação deve transitar pelas etapas da teoria de Galperin em dependência dos níveis de domínio inicial da orientação a ser formada. É neste sentido que Núñez, Ramalho e Oliveira (2020, p. 125) julgam importante o “diagnóstico adequado dos referidos níveis de orientação de que dispõe o estudante, o que deve permitir ao professor caracterizar os elementos estruturais dessa orientação na organização do processo”. Os níveis foram identificados a partir dos critérios estabelecidos no cumprimento das operações do EBOCA de MM descritos a seguir na Metodologia.

Procedimentos Metodológicos

Os participantes da pesquisa são 14 estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Amazonas. Para realizar a análise quantitativa, cada ação do EBOCA de MM (Quadro 5) foi convertida em uma variável e cada operação foi convertida em um indicador. Nesta configuração, a análise quantitativa foi realizada gerando medidas estatísticas culminando com tabelas de pontuação, as quais guiaram a análise qualitativa de cada ação. Os critérios para designar o nível de cada variável está descrito no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6: Critério de designação dos níveis de habilidades referenciado no EBOCA de MM

Variáveis	Descrição	Indicador Essencial
Y_1	Nível da primeira habilidade	Operação de controle C4
Y_2	Nível da segunda habilidade	Operação de controle C7
Y_3	Nível da terceira habilidade	Operação de controle C8
Y_4	Nível da quarta habilidade	Operação de controle C11

Critérios para designar o nível cada variável (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4):

- Nível 1: Se nenhum indicador for executado corretamente ou não realizado obterá um.
- Nível 2: Se o indicador essencial está incorreto ou parcialmente incorreto e/ou existe pelo menos outro indicador correto obterá a quantificação de dois.
- Nível 3: Se o estudante tem somente correto o indicador essencial obterá a quantificação de três.
- Nível 4: Se o indicador essencial está correto, mas existe pelo menos outro indicador correto obterá a quantificação de quatro.
- Nível 5: Se todos os indicadores estão corretos obterá a quantificação de cinco.

Fonte: Elaborado pelos Autores

Para obtenção de dados foi aplicada uma prova pedagógica e um questionário. A prova pedagógica é utilizada como uma “técnica de pesquisa que objetiva diagnosticar o estado dos conhecimentos, habilidades e hábitos dos estudantes em um dado momento” (CEREZAL e FIALLO, 2010 apud NÚÑEZ; RAMALHO, 2018, p. 422). E, segundo Gil (1999, p. 128), o questionário é “a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc”.

A prova pedagógica foi composta de quatro tarefas do tipo 1 de modelação (ver Quadro 7). As tarefas 1 e 2 têm por objetivo verificar se o estudante possui as habilidades de formular o problema, construir o núcleo conceitual e solucionar o problema discente. E nas tarefas 3 e 4 é acrescentado o objetivo de verificar a habilidade em analisar a solução, uma vez que o estudante precisa analisar o modelo matemático que construiu para solucionar o problema.

Quadro 7: Prova pedagógica diagnóstica

1ª Tarefa	
Seu Inácio precisa de ajuda para organizar os cálculos de custo de produção do açaí e cupuaçu extraídos de seu plantio. O açaí possui um custo fixo de 250,00 reais, o cupuaçu de 200,00 reais. O valor para extrair a poupa e embalar cada quilograma de açaí é de 7,50 reais, e o de cupuaçu é de 10,00 reais. Sob essas condições é determinado a função $Ca(k) = 250 + 7,5k$ do custo de produção do açaí e $Cc(k) = 200 + 10k$ do cupuaçu, no qual k representa a quantidade do quilograma produzido. Mediante essas informações qual o produto mais caro a ser produzido?	
Tarefa tipo 1	Todos os dados para resolução da tarefa são fornecidos, inclusive o modelo matemático. A contradição está no reconhecimento de esquemas anteriores e selecionar aquele que se enquadra às condições da tarefa.
2ª Tarefa	
Márcia passeava pelo calçadão da Ponta Negra quando avistou um quiosque que vendia salgado e suco. No cartaz tinha 2 sugestões de pedidos: 3 sucos mais 2 salgado por 14 reais; 2 sucos mais 1 salgado por 8 reais. Márcia ficou interessada em saber qual era o preço unitário do suco e do salgado enquanto estava na fila pra fazer seu pedido. Pelas informações do cartaz, ela identificou x e y como	

demonstraram não possuir o hábito, e por consequência, a habilidade de controle e de colocá-lo em ação durante o processo de modelação.

Tabela 1: Níveis de desempenho dos estudantes

A	TAREFA 1			TAREFA 2			TAREFA 3				TAREFA 4				Total	Média
	1ªA	2ªA	3ªA	1ªA	2ªA	3ªA	1ªA	2ªA	3ªA	4ªA	1ªA	2ªA	3ªA	4ªA		
A7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	1	62	4,42
A8	2	4	3	5	5	5	5	5	5	1	2	4	3	1	50	3,57
A3	4	2	1	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5	1	42	3
A10	2	1	1	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5	1	39	2,78
A4	1	1	2	5	5	4	2	1	1	1	5	5	5	1	39	2,78
A6	5	5	5	5	5	5	2	1	1	1	1	1	1	1	39	2,78
A2	1	1	1	5	5	4	5	5	5	1	1	1	1	1	37	2,64
A1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	5	1	5	1	34	2,42
A11	2	1	1	5	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	27	1,92
A9	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	26	1,85
A13	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	26	1,85
A14	1	1	1	5	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	26	1,85
A5	1	1	1	5	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	25	1,78
A12	1	1	1	5	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	25	1,78
Total	28	26	25	70	70	64	30	26	26	14	35	33	36	18		
Media	2	1,85	1,78	5	5	4,57	2,14	1,85	1,85	1	2,5	2,35	2,57	1		
MT		1,87			4,85			1,71				2,10				

Legenda: A1, A2, ... , A14: Estudantes participantes da pesquisa; MT: média total dos níveis por tarefa

Fonte: Elaborado pelos Autores

A ação de construir o núcleo conceitual (2ªA) possui médias bem próximas de ação de solucionar problema discente (3ªA) e, igualmente insatisfatório. A conexão entre as condições do problema e os conceitos matemáticos está intimamente ligada à resolução do problema. Oliveira e Mendoza (2020, p. 39) trazem no resultado diagnóstico de sua pesquisa que “41,5% dos participantes não executam a operação essencial da 3ª ação não conseguindo estabelecer uma relação correta entre os diferentes elementos para resolução das tarefas”.

Um ponto que chama atenção é a execução maciça das ações relacionadas à segunda tarefa. Pode-se observar que a média de 1,87 das três ações na tarefa 1 e as médias de 1,71 e 2,10 das quatro ações das tarefas 3 e 4, respectivamente, contrastam de forma elevada com a média de 4,85 da tarefa 3.

A compreensão do motivo deste fato se deu a partir da triangulação com os dados coletados no questionário. Primeiramente, vamos tomar a resposta do (a) participante A13 ao solicitar tarefas com “objetivo direto ao assunto”. Neste momento, cabe uma breve

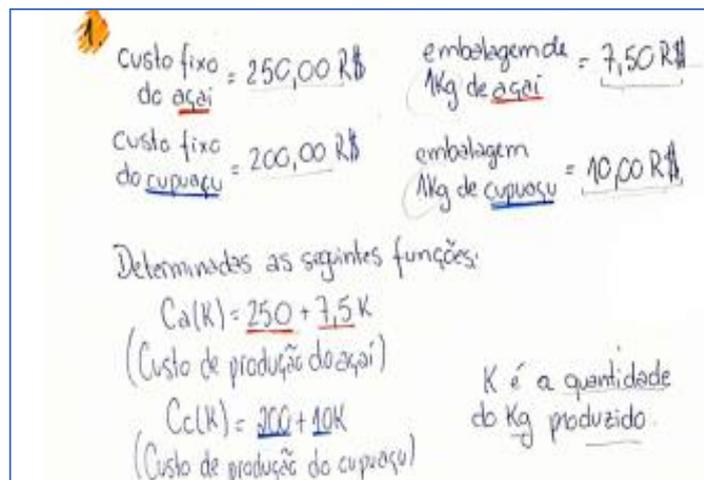
diferenciação entre problema e exercício. Para Majmutov (1983) as tarefas devem ser fontes de situações problemas geradoras de contradições, sem via direta de resolução, na compreensão da necessidade de busca de conhecimento. Neste caso, a tarefa que traz esse princípio pode até receber status de estar “mal escritas ou com informações faltando” como declara o (a) estudante A8.

Já o exercício, não existe nada duvidoso intrínseco à sua solução, possui resolução conhecida (NÚÑEZ *et al.*, 2004). Percebe-se que os estudantes participantes da pesquisa estão habituados a resolver exercícios, costumeiramente aplicados nas escolas como problemas, quando na realidade não o são. Com isso, 100% dos participantes obtiveram o melhor nível de desempenho na segunda tarefa, por estar mais próxima do conceito de exercício do que de problema ao qual está atrelado o processo de modelagem.

A respeito das tarefas propostas, a “falta de prática” e “falta de base” referida nas respostas do restante dos participantes de pode ser considerada falta de hábito dos estudantes com os trabalhos de solução de problemas e metodologias de investigação na modelagem matemática. Majmutov (1983) declara que o desenvolvimento dessas capacidades é responsabilidade do professor, disponibilizando tarefas problematizadoras que estimulem novas práticas aos estudantes na aquisição de habilidades.

Para emergir discussões sobre as habilidades demonstradas (ou não), vamos inserir as resoluções das tarefas 1 e 4, duas de cada, realizadas pelos estudantes. Na tarefa 1, o (a) estudante A3 faz a identificação de elementos conhecidos fornecidos na tarefa, apresentado de maneira correta a relação entre as grandezas (Figura 1). Porém, A3 não compreendeu a situação problema, pois não registra o desconhecido a ser buscado. Para formulação correta do problema discente, A3 deveria reconhecer que os dados são insuficientes e que para resolver o problema é necessário determinar os intervalos onde o custo de um produto é maior e menor que o custo do outro produto.

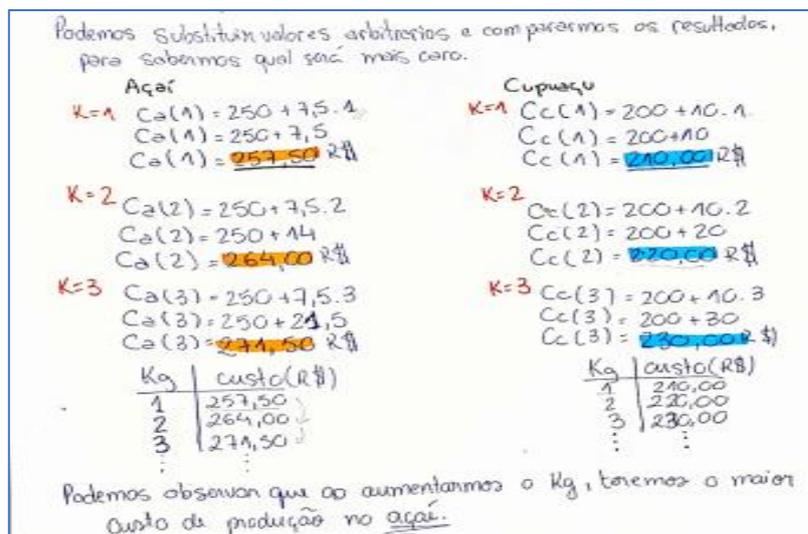
Figura 1: Habilidade do participante A3 na tarefa 1



Fonte: Acerca da Pesquisa

Por consequência, A3 não selecionou a estratégia correta, por tentativa e erro atribuiu valores para k (quilograma) e substituiu nas funções de custo fazendo apenas um comparativo numérico como mostra a Figura 2.

Figura 2: Habilidade do participante A3 na tarefa 1.



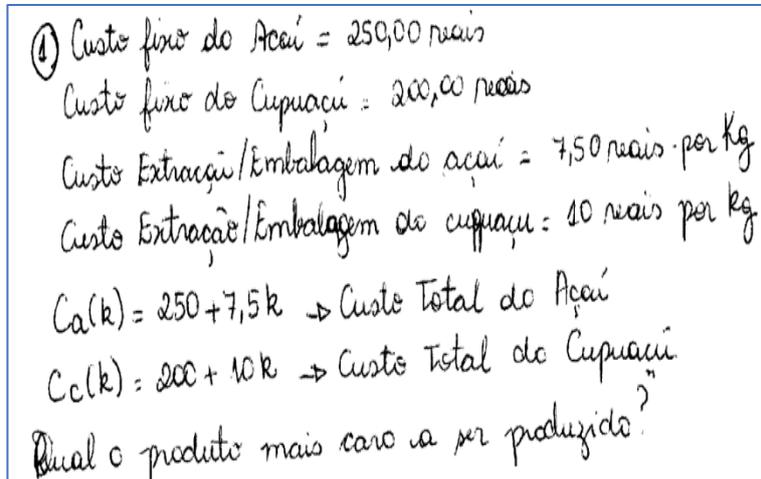
Fonte: Acerca da Pesquisa

Apesar de o modelo ter sido fornecido, A3 não atualiza (ou relembra) o comportamento da função afim, crucial ao encaminhamento da solução. Mesmo encontrando alguns obstáculos, o (a) participante A3, assim como A2, A10, A4 e A6, executa parcialmente as ações em duas das quatro tarefas propostas. Logo, a base orientadora desses participantes está incompleta, necessitando generalizar as ações.

O (a) participante A6 demonstra possuir uma excelente base orientadora da ação. Na Figura 3, observa-se que possui habilidade em formular o problema discente ao

identificar corretamente os elementos conhecidos e desconhecidos e ao estabelecer a pergunta a ser respondida.

Figura 3: Habilidade do participante A6 na tarefa 1.

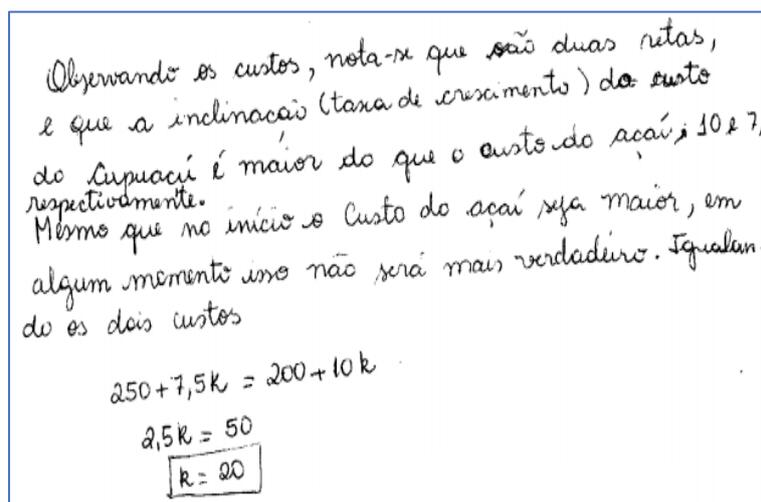


④ Custo fixo do Açaí = 250,00 reais
 Custo fixo do Cupuaçu = 200,00 reais
 Custo Extração/Embalagem do açaí = 7,50 reais por kg
 Custo Extração/Embalagem do cupuaçu = 10 reais por kg
 $C_a(k) = 250 + 7,5k \rightarrow$ Custo Total do Açaí
 $C_c(k) = 200 + 10k \rightarrow$ Custo Total do Cupuaçu
 Qual o produto mais caro a ser produzido?

Fonte: Acerca da Pesquisa

Na Figura 4, o (a) estudante A6 apresenta as operações do núcleo conceitual e procedimental que antecede a resolução. Ele (a) atualiza (traz à tona) o conceito de inclinação da reta, seleciona a estratégia para descobrir o valor do quilograma em que os custos são iguais para fazer um estudo do comportamento das funções mediante este marco.

Figura 4: Habilidade do participante A6 na tarefa 1



Observando os custos, nota-se que são duas retas, e que a inclinação (taxa de crescimento) do custo do Cupuaçu é maior do que o custo do açaí, 10 e 7,5 respectivamente. Mesmo que no início o custo do açaí seja maior, em algum momento isso não será mais verdadeiro. Igualando os dois custos

$$250 + 7,5k = 200 + 10k$$

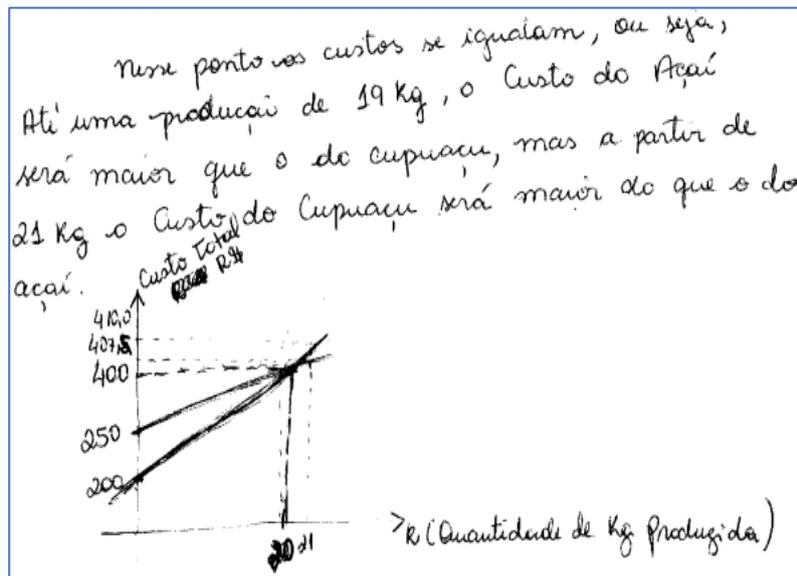
$$2,5k = 50$$

$$k = 20$$

Fonte: Acerca da Pesquisa

E, a partir disso, aplica a estratégia utilizando os modelos graficamente para fazer as comparações de valores dos custos de produção, chegando à resposta correta do problema como é mostrado na Figura 5.

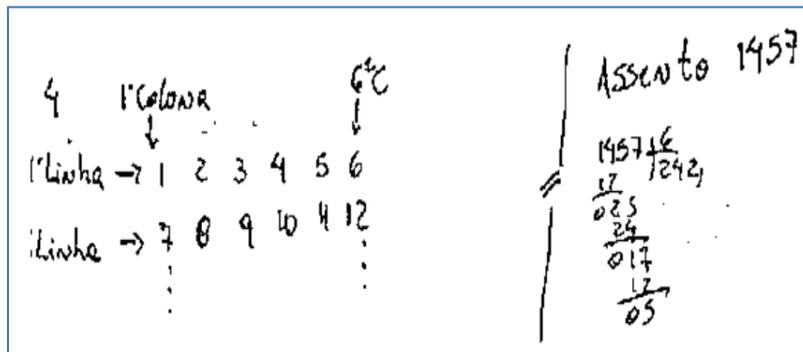
Figura 5: Habilidade do participante A6 na tarefa 1



Fonte: Acerca da Pesquisa

A tarefa 4 possui diferentes maneiras ou procedimentos para a obtenção do modelo (pictórico ou simbólico). O (a) participante A10 reescreveu a distribuição das poltronas e realizou a divisão de 1457 por 6 como mostra a Figura 6. Apesar de não estar explícita a ação de formular o problema discente, pode-se supor que o estudante reconheceu um padrão na distribuição das colunas.

Figura 6: Habilidade do participante A10 na tarefa 4

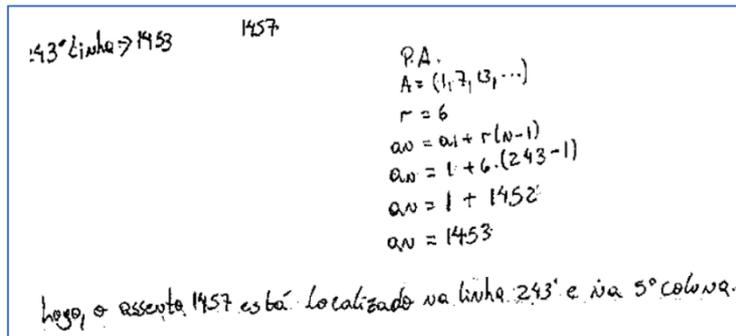


Fonte: Acerca da Pesquisa

O (a) participante A10 prossegue construindo o núcleo conceitual verificando qual o número do assento se encontra na 1ª coluna e na 243ª linha contido na progressão aritmética (1, 7, 13, ...) de razão 6. Após identificar o padrão (modelo) da sequência e encontrar o assento de número 1453 a partir da fórmula do termo geral, o (a) discente realiza a contagem fixada na 243ª linha, localizando o assento 1457 na 5ª coluna como mostra a Figura 7.

Já o (a) participante A8 abrevia a maioria das operações, o que dificulta o entendimento do raciocínio e método aplicado. Como podemos ver na Figura 8, o discente indica o número de linha e de coluna ao lado da divisão do número 1457 por 6, cabendo ao totalmente ao avaliador a interpretação do intuito do cálculo.

Figura 7: Habilidade do participante A10 na tarefa 4.



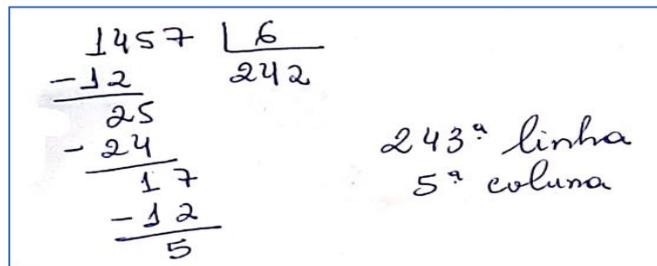
1457
63ª linha \Rightarrow 1453

PA.
 $A = (1, 7, 13, \dots)$
 $r = 6$
 $a_n = a_1 + r(n-1)$
 $a_n = 1 + 6.(243-1)$
 $a_n = 1 + 1452$
 $a_n = 1453$

Logo o resto 1457 está localizado na linha 243ª e na 5ª coluna.

Fonte: Acerca da Pesquisa

Figura 8:1 Habilidade do participante A8 na tarefa 4.



$$\begin{array}{r} 1457 \quad | \quad 6 \\ -12 \\ \hline 25 \\ -24 \\ \hline 17 \\ -12 \\ \hline 5 \end{array}$$

243ª linha
5ª coluna

Fonte: Acerca da Pesquisa

Embora não apresentem o hábito de analisar o problema discente, os (as) estudantes A7, A3, A10 e A4 realizam as operações necessárias para determinação do modelo que solucione a tarefa 4. Mesmo os estudantes que atingiram níveis razoáveis ou, até mesmo satisfatórios, necessitam (re)elaborar sua base orientadora para resolução diante de tarefas contendo o novo, pela qual não passaram antes, elevar o grau de criatividade, como via para sanar a contradição de não haver em seu sistema de conhecimento, um modelo ou esquema imediato para resolver a situação problema.

Os (as) participantes A1, A11, A9, A13, A14, A5 e A12, isto é, 50% necessitam de uma atenção especial, iniciando as intervenções com tarefas do tipo 1, de forma a serem internalizadas as primeiras operações de orientação, enfrentando e superando contradições após contradições, pois a abordagem de compreender e pensar não como uma função pronta que é usada na resolução de problemas (TALÍZINA, 2000, p. 252).

No resultado do diagnóstico inicial sobre interpretação de gráfico, Pereira e Núñez (2017, p. 193) relatam que nas respostas dos estudante “[...] pode-se perceber que eles

atribuem a dificuldade ao fato de não terem recebido nenhuma orientação do que deveriam interpretar no gráfico” que lhes era solicitado. E de modo similar, metade desses estudantes teve um número de acertos abaixo da metade das operações previstas e os demais não tiveram também um rendimento satisfatório quanto aos seus acertos. Como resultado do diagnóstico inicial de sua pesquisa relacionada à orientação na resolução de problemas matemáticos, Golçalves (2020), declara, que não há compreensão dos estudantes participantes em pesquisa, sobre como resolver problemas matemáticos (modelo do objeto), como resolver problemas matemáticos (modelo da ação) e, sobre como controlar o processo de resolução de problemas matemáticos (modelo de controle).

Em suma, a maioria dos estudantes participantes desta pesquisa necessitam de orientação concernente ao processo de modelagem. Nesse sentido, corrobora-se com Núñez, Ramalho e Oliveira (2020) no qual entendem que os estudantes devem:

refletir, tomar consciência do conteúdo do conceito, de sua estrutura lógica, das ações que devem realizar, nas quais se incluem as operações necessárias, estabelecendo as condições que permitem uma orientação do tipo III para dar sentido ao processo de solução tarefa que representa uma variante de um grupo mais geral de situações problemas (NÚÑEZ, RAMALHO e OLIVEIRA, 2020, p. 126).

Seguindo a direção geral de Talízina, uma vez cumprida a verificação do nível de partida dos estudantes é possível iniciar a elaboração da orientação como o processo “negociação dos sentidos por eles explicitados no diagnóstico inicial e no significado da BOA III” (NÚÑEZ, RAMALHO e OLIVEIRA, 2020, p. 126). Respeitando as etapas de Galperin, o trânsito do estágio de trabalho colaborativo ao estágio de independência cognitiva mediada pela atividade (ASPD) terá auxílio da EBOCA de MM, de carácter mais geral e consciente (BOA Tipo III). Não só a base orientadora, mas também as tarefas serão elaboradas com os princípios de Majmutov atribuindo a estas o impulso à formação de habilidades intelectuais, a motivação do estudo.

Considerações Finais

Este artigo apresentou os principais resultados do diagnóstico inicial das habilidades em modelagem matemática demonstrada pelos estudantes na resolução de tarefas de uma prova pedagógica. Mas, antes de ser aplicada a prova, houve um extenso estudo para elaboração teórica e geral de tarefas caracterizadas pela motivação incorporada no problema discente de Majmutov, para dar início ao ato de criatividade dos estudantes. Com

mesmo empenho, foi construído o EBOCA como ferramenta mediadora da ASPD de MM, com intuito de possibilitar aos estudantes, compreender e superar as contradições advindas das situações problemas, propostos nas tarefas e, para que pudessem antever o processo de modelagem de forma consciente e realizar, do geral para o específico, as operações de determinação do modelo, para solução do problema discente.

O diagnóstico inicial trouxe a primeira oportunidade de ser realizada análise quali quati, sob parâmetros do EBOCA de MM na resolução da tarefa do tipo 1 de modelação. Quanto às habilidades, nenhum estudante possui o hábito de analisar (para validar) o modelo encontrado, a maioria dos estudantes apresentam dificuldades em realizar as demais ações de formular, construir núcleo conceitual e procedimental e resolver o problema discente. Outro ponto importante a destacar foi o desempenho insatisfatório diante de tarefas de modelação, e o bom desempenho demonstrado pelos estudantes na resolução da tarefa proposta com características de exercício.

É marcante a contribuição dos teóricos do sistema didático Galperin, Talízina e Majmutov na construção dos recursos didáticos e no diagnóstico inicial, pois oportuniza a construção de elementos didáticos científicos e a conscientização da condição que mais se aproxima da realidade do estudante e, ainda, endossa a necessidade da intervenção. Isto corrobora para uma boa expectativa de desenvolver as habilidades dos estudantes prosseguindo com as ações da Atividade de Situações Problema Discente em Modelagem Matemática nos próximos momentos da pesquisa.

Referências

- ALVES, F. J. C.; SÁ, P. F. **Modelagem matemática no ensino de funções**. Belém: UDUEPA, 2018.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- BLOMHOJ, M.; JENSEN, T. What's all the fuss about competencies? In: BLUM, W.; GALBRAITH, P. L.; HENN, H. W.; NISS, M. (Eds.), **Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study**. New York: Springer, 2007, p. 45–56.
- CARARO, E. F. F.; KLUBER, T. E. Concepções de Modelagem Matemática na Formação de Professores em Modelagem Matemática. In: XIV EPREM - Encontro Paranaense de Educação Matemática, 2017, Cascavel. **Diversidade e Educação Matemática: desafios e perspectivas**, Cascavel: UNIOESTE-PR, 2017, p. 1-16.
- D'AMBROSIO, U. **Da realidade à ação: Reflexões sobre a Educação e Matemática**. São Paulo, Summus Editorial. 1986.

DELGADO, O. T.; MENDOZA, H. J. G. Evolução da teoria histórico-cultural de Vigotski à teoria de formação por etapas das ações mentais de Galperin. In: GHEDIN, E.; PETERNELLA, A. (Org.). **Teorias Psicológicas e suas implicações à educação em ciências**. 1. ed. Boa Vista: Editora UFRR, 2016, v. 1, p. 157-170.

GALPERIN, P. Ya Sobre la formación de los conceptos y de las acciones mentales. In: ROJAS, L. Q. (Org.). **La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño**. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001, p. 27-40.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GONÇALVES, P. G. F: **A orientação da ação de controle na resolução de problemas matemáticos em professores: uma experiência formativa à luz da Teoria de P. Ya. Galperin**. 2020. 205f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

GREER, B.; VERSCHAFFEL, L. Modelling competencies—overview. In: W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Eds.), **Modelling and applications in mathematics education: the 14th ICMI study**. New York: Springer, 2007, p. 219-224.

MAAB, K. Barriers and opportunities for the integration of modelling in mathematics classes: results of an empirical study. In: BLOMHOJ, M.; BRANDELL, G.; NISS, M. (Eds). **Teaching mathematics and applications: the 10th ICME**. Copenhagen, 2005, p. 61-74.

MADRUGA, Z. E. F.; LIMA, V. M. R. Aprender com Modelagem: relações entre modelagem (matemática) e processos criativos. **ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v.12, n.2, p. 241-266, 2019.

MAJMUTOV, M. J. **La Enseñanza Problémica**. Habana: Pueblo y Revolución, 1983.

MENDOZA, H. J. G. **Estudio del efecto del sistema de acciones en el proceso de aprendizaje de los algunos en la Actividad de Situaciones de Problema de Matemática, en la asignatura d Álgebra Lineal, en el contexto de la Facultad Actual de la Amazonia**. 2011. 340f. Tese (Doutorado em Educação). Publicaciones Universidad de Jaén. Jaén.

MENDOZA, H. J. G.; DELGADO, O. T. A contribuição do ensino problematizador de Majmutov na formação por etapas das ações mentais de Galperin. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia, v. 1, n. 4, p. 166-192, jan/abr. 2018.

MENDOZA, H. J. G.; DELGADO, O. T. Proposta de um esquema da base orientadora completa da ação da atividade de situações problema discente. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 180-200, jan/abr. 2020.

MENDOZA, H. J. G.; DELGADO, O. T. Contribuições do Sistema didático Galperin, Talízina e Majmutov para resolução de problemas. In: Andréa Maturano Longarezi; Roberto Váldez Puentes. (Org.). **Ensino Desenvolvemental: Sistema Galperin-Talízina**. 1. ed. Guarujá - São Paulo: Editora Científica Digital Ltda, 2021, p. 226-242.

MISCHO, C.; MAAB, K. Which personal factors affect mathematical modelling? The effect of abilities, domain specific and cross domain-competences and beliefs on performance in

mathematical modeling. **Journal of Mathematical Modelling and Application**, v. 1, n. 7, p. 3-19, 2012.

NÚÑEZ, I. B. RAMALHO, B. L.; ALBINO, M. G. F. Os indicadores qualitativos da ação e as tarefas de aprendizagem: reflexões teóricas e didáticas na teoria de P. Ya. Galperin. **Revista Amazônica**, v. 11, n. 2, p. 388-415, jul/dez. 2013.

NUÑEZ, I. B.; MARUJO, M. P.; MARUJO, L. E. L.; DIAS, M. A. S. O uso de situações-problema no ensino de ciências. In: NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Org). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina Editora, 2004, p. 145-171.

NÚÑEZ, I. B.; MELO, M. M. P. de; GONÇALVES, P. G. F. Controle e autorregulação da aprendizagem na teoria de P. Ya. Galperin. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 24, p. 322-341, fev. 2019.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. Diagnóstico do nível de desenvolvimento da orientação de uma ação, em Química Geral, com futuros professores: **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, v. 2, n. 2, p. 412-439, dez. 2018.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; OLIVEIRA, M. V. DE F. A teoria de P. Ya. Galperin e a formação de conceitos teóricos na educação em Ciências. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, v. 4, n. 1, p. 107-131, maio/ago. 2020.

OLIVEIRA, N. V. S. S.; MENDOZA, H. J. G. Habilidades na resolução de problemas fundamentada na teoria da atividade em estudantes da licenciatura em matemática. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, v. 15, n. 35, p. 27-45, dez. 2020.

PEREIRA, J. P; NÚÑEZ, I. B. **Formação da habilidade de interpretar gráficos cartesianos: contribuição da teoria de P. Ya. Galperin**. Natal, RN: EDUFRRN, 2017.

SILVA, L. N.; DINIZ, F. O.; DELGADO, O. T.; MENDOZA, H. J. G. Avaliação diagnóstica da atividade de situações problema em geometria plana. **ARETÉ (MANAUS)**, v. 14, n. 18, p. 57-70, nov. 2020.

SOSTISSO, A. F., BIEMBENGUT, M. S. Modelagem matemática na formação de professores e o desenvolvimento de competências. In: **VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática**, Canoas: ULBRA, 2013, p. 1-11.

TALÍZINA, N. **Psicología de La Enseñanza**. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

TALÍZINA, N. **Manual de psicología educativa**. México: Facultad de Psicología: Universidad Autónoma de San Luís Potosí, 2000.