



**Engenharia Didática de Formação e Situações Didáticas
Profissionais na formação de professores: uma experiência
formativa sobre o ensino de sistemas de equações lineares**

**Didactical Engineering and Professional Didactic Situations in
Teacher Education: a formative experience on the teaching of
systems of linear equations**

**Ingeniería Didáctica de Formación y Situaciones Didácticas
Profesionales en la formación de profesores: una experiencia
formativa sobre la enseñanza de los sistemas de
ecuaciones lineales**

Maria Graciene Moreira dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Gracienemoreira546@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1982-8783>

Francisco Régis Vieira Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
fregis@ifce.edu.br
<https://orcid.org/0000-0003-3710-1561>

Maritza Luna Valenzuela

Pontificia Universidad Catolica Del Peru Lima
luna.m@pucp.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-3039-451X>

Resumo

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de mestrado que investiga a formação de professores de Matemática a partir da implementação de Situações Didáticas Profissionais (SDPs). O problema investigado diz respeito aos desafios enfrentados por professores do Ensino Médio no ensino de sistemas de equações lineares. O objetivo geral do estudo foi avaliar o papel das SDPs na formação docente, analisando seu impacto e contribuição no processo formativo, com ênfase no ensino de sistemas lineares. A pesquisa foi conduzida com base na metodologia da Engenharia Didática de Formação, utilizada tanto para o planejamento das situações didáticas quanto para a análise dos dados coletados. Participaram do estudo cinco professores da rede básica de ensino da cidade de Juazeiro do Norte, Ceará.



Os resultados evidenciaram avanços significativos na compreensão dos sistemas de equações lineares pelos participantes, especialmente na interpretação das soluções, na articulação entre os registros algébrico e gráfico e na identificação do significado das incógnitas e dos coeficientes. Além disso, constatou-se que as SDPs influenciam positivamente a formação de professores, promovendo o aprimoramento contínuo e incentivando a reflexão sobre a prática docente. Essa influência se manifesta tanto na análise do processo de ensino quanto nas inter-relações entre professor-aluno, professor-professor e professor-instituição de ensino.

Palavras-chave: Formação de Professores; Situação Didática Profissional; Ensino de Sistemas Lineares.

Abstract

This study is a segment of a master's research that investigates the education of Mathematics teachers through the implementation of Professional Didactic Situations (PDS). The research problem concerns the challenges faced by high school teachers in teaching systems of linear equations. The general objective of the study was to evaluate the role of PDS in teacher education, analyzing their impact and contribution to the training process, with an emphasis on the teaching of linear systems. The research was conducted based on the Didactical Engineering of Teacher Education methodology, used both for planning the didactic situations and for analyzing the collected data. Five teachers from public schools in the city of Juazeiro do Norte, Ceará, Brazil, participated in the study. The results revealed significant advances in the participants' understanding of systems of linear equations, especially in interpreting solutions, articulating algebraic and graphical representations, and identifying the meaning of unknowns and coefficients. Furthermore, it was found that PDS positively influence teacher education by promoting continuous professional development and encouraging reflection on teaching practices. This influence is manifested both in the analysis of the teaching process and in the interrelations among teacher-student, teacher-teacher, and teacher-institution interactions.

Keywords: Teacher Training; Professional Didactic Situation; Teaching Linear Systems.

Resumen

Este trabajo es un recorte de una investigación de maestría que analiza la formación de profesores de Matemáticas a partir de la implementación de Situaciones Didácticas Profesionales (SDP). El problema investigado se refiere a los desafíos que enfrentan los docentes de Educación Secundaria en la enseñanza de los sistemas de ecuaciones lineales. El objetivo general del estudio fue evaluar el papel de las SDP en la formación docente, analizando su impacto y contribución en el proceso formativo, con énfasis en la enseñanza de los sistemas lineales. La investigación se desarrolló con base en la metodología de la Ingeniería Didáctica de Formación, utilizada tanto para la planificación de las situaciones didácticas como para el análisis de los datos recogidos. En el estudio participaron cinco profesores de la red pública de enseñanza de la ciudad de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. Los resultados evidenciaron avances significativos en la comprensión de los sistemas de ecuaciones lineales por parte de los participantes, especialmente en la interpretación de las soluciones, en la articulación entre los registros algebraico y gráfico, y en la identificación del significado de las incógnitas y los coeficientes. Además, se constató que las SDP influyen positivamente



en la formación de los docentes, promoviendo el perfeccionamiento continuo y fomentando la reflexión sobre la práctica pedagógica. Esta influencia se manifiesta tanto en el análisis del proceso de enseñanza como en las interrelaciones entre profesor-estudiante, profesor-profesor y profesor-institución educativa.

Palabras clave: Formación de profesores; Situación profesional docente; Enseñanza de Sistemas Lineales.

Introdução

Este artigo é um recorte da pesquisa da primeira autora, intitulada “Situações Didáticas Profissionais na Formação Continuada do Professor de Matemática: Uma Análise sobre o Ensino de Sistemas de Equações Lineares” (Santos, 2024), desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

O estímulo inicial para este trabalho foi oferecer aos professores uma formação continuada com foco específico em um determinado objeto matemático, por meio do uso de Situações Didáticas Profissionais (SDPs), considerando a necessidade de atenção à formação de professores de matemática em exercício e os desafios frequentemente presentes em seu ambiente de atuação.

Flóride e Steinle (2008) destacam que a formação continuada em serviço é concebida como um processo educacional que tem lugar no próprio ambiente de trabalho, sendo especialmente relevante para os professores, uma vez que traz consigo as nuances do cotidiano escolar. Nesse contexto, o ambiente escolar se converte em um local de execução dessa formação, a qual é elaborada e desenvolvida em sintonia com a realidade específica da escola e suas necessidades.

Explorando a complexidade do ambiente de ensino, destaca-se a pertinência de se conhecer e se introduzir a noção de Situação Didática Profissional. Essa abordagem delinea a solução de desafios específicos de aprendizado para os professores, atendendo suas necessidades fundamentais em três áreas principais: no plano de sala de aula, na estruturação do plano de trabalho e na interação com o sistema educacional (Alves & Catarino, 2019).

Pesquisas mais recentes, como as de Cidrão (2019), Camilo (2021) e Mororó (2023), têm reforçado o papel das Situações Didáticas Profissionais na formação continuada de professores de Matemática, ampliando os resultados identificados em investigações anteriores.

A escolha dos sistemas de equações lineares, enquanto objeto matemático, foi motivada por três razões fundamentais. Primeiramente, destacamos a relevância desse tópico para o desenvolvimento integral dos estudantes, fornecendo as bases essenciais para a compreensão de conceitos mais avançados em matemática. Em segundo, reconhecemos que os sistemas de equações lineares desempenham um papel crucial não apenas na Educação Básica, mas também são fundamentais para o sucesso acadêmico dos alunos em disciplinas de nível superior nas áreas das Ciências Exatas. E uma terceira razão para essa escolha é justificada pela observação de que os alunos da Educação Básica frequentemente enfrentam dificuldades nesse tópico, como evidenciado em estudos anteriores (Freitas, 1999; Battaglioli, 2008; Jordão, 2011).



Para a proposta de formação, contamos com o aporte teórico dos trabalhos de Alves (2019; 2020) e Alves e Catarino (2019), que apresentam o conceito de Situação Didática Profissional (SDP), baseado na complementaridade de ideias advindas da Didática Profissional (DP) e da Teoria das Situações Didáticas (TSD). As Situações Didáticas Profissionais foram implementadas conforme as dialéticas da Teoria das Situações Didáticas, visando analisar o comportamento do professor em formação ao longo do percurso formativo.

Para alcançar o objetivo da pesquisa, adotou-se a Engenharia Didática como metodologia, com ênfase na perspectiva da Engenharia Didática de Formação (EDF), dada a natureza dos objetivos e público-alvo ao qual esta pesquisa se destina. De acordo com Perrín-Glorian e Bellemain (2019), essa abordagem busca aprimorar a compreensão das atividades que promovem o desenvolvimento de competências essenciais para a prática pedagógica, destacando o papel do educador.

A pesquisa contou com a participação ativa de cinco professores atuantes na área de matemática, concentrando-se especialmente no processo de aprendizagem docente no contexto da sala de aula. A etapa de formação foi conduzida de forma presencial, nas instalações do Instituto Federal do Ceará, *campus* Juazeiro do Norte. Nas seções que seguem, apresentamos uma contextualização teórica sobre as bases que fundamentam esta investigação, bem como apresentamos o desenvolvimento das fases da EDF e analisamos os seus resultados com base nos pressupostos da DP e da TSD.

Contextualização teórica

A Teoria das Situações Didáticas (TSD), desenvolvida no *Institut Universitaire de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques* (IREM), foi concebida com o intuito de modelar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, tendo como foco a investigação das relações entre professor, aluno e saber (Brousseau, 2008). Um elemento fundamental dessa teoria consiste na criação de situações didáticas que podem ser estruturadas a partir da resolução de problemas ou de jogos. Nelas, conforme propõe Brousseau (1986), o aluno é colocado em posição de pesquisador, sendo incentivado a testar conjecturas, formular hipóteses, demonstrar provas, construir modelos e teorias, além de socializar seus resultados. Para caracterizar o funcionamento dessas situações, Brousseau (2008) identifica quatro momentos específicos de uma sessão de ensino — ação, formulação, validação e institucionalização — que descrevem como o conhecimento se estrutura no processo de aprendizagem.

Ao se transpor esse referencial para a formação de professores, a TSD abre espaço para analisar não apenas o saber a ser ensinado, mas sobretudo as decisões, dificuldades e estratégias mobilizadas pelo docente. Essa aproximação dialoga diretamente com a Didática Profissional (DP), que surgiu na França durante a década de 1990 com o propósito de intensificar a aprendizagem de adultos e desenvolver competências profissionais por meio da análise do trabalho (Pastré, 1999). A DP consolidou-se a partir da Engenharia de Formação e de três correntes teóricas: Ergonomia Cognitiva, Psicologia do Desenvolvimento e Didática das Disciplinas, possibilitando compreender como se constituem competências e habilidades no ambiente de trabalho do professor (Pastré, Mayen & Vergnaud, 2006).



A análise realizada pela DP ocorre por meio das Situações Profissionais (Alves & Catarino, 2019), que permitem compreender as relações entre trabalho, aprendizagem e treinamento. Nessa perspectiva, o objetivo da formação profissional é proporcionar aprendizagem a partir das situações profissionais vividas no ambiente real de trabalho, e não de conteúdos abstratos previamente definidos. Como afirma Mayen (2012, p. 66), na DP “a formação não parte de conhecimentos científicos ou técnicos, nem de procedimentos ou métodos estabelecidos, mas de situações profissionais”. No caso do professor, isso implica considerar tanto os conhecimentos epistêmicos quanto os conceitos pragmáticos, entendidos como elementos práticos e operacionais que orientam a ação docente diante de problemas concretos (Pastré, 2002).

A articulação entre a TSD e a DP conduz à concepção de Situação Didática Profissional (SDP), que integra a noção de situação didática — centrada no aluno — com a de situação profissional — centrada no trabalho do professor. Assim, a SDP focaliza especificamente o ambiente de trabalho docente e constitui um dispositivo formativo que mobiliza a reflexão sobre obstáculos, escolhas e decisões características da profissão, permitindo compreender como o professor aprende mediante situações reais ou simuladas de sala de aula (Alves & Catarino, 2019). Nesse sentido, “a formação pode ser organizada em torno de situações representativas de uma profissão. Neste caso, a situação é o princípio organizador” (Pastré, 2004 apud Tourmen, 2014, p. 94).

Para explicitar o modo como essas situações se estruturam no trabalho docente, Alves e Catarino (2019) propõem três planos de atuação que organizam e situam a SDP dentro da profissão do professor de matemática. Esses planos são apresentados no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1. Planos de Atuação do Professor de Matemática

Plano de atuação Docente	Binômio	Descrição e campo de aplicação
Plano da sala de aula	Professor-estudantes	Conjunto de situações profissionais características, fundamentais e determinantes para a aquisição de um conhecimento profissional pragmático e circunstanciado, e que proporciona, ainda, a compreensão e modelização e esquemas de ação e de antecipação do professor mobilizados em sala de aula.
Plano do Posto de trabalho	Professor-professores, colegas do <i>métier</i>	Conjunto de situações profissionais, características, fundamentais e determinantes para a aquisição de um conhecimento, situado e circunstanciado no posto de trabalho, cujo núcleo estruturante envolve um conhecimento pragmático, de ordem deontológica, essencialmente compartilhado pelos seus pares, e regras (explícitas ou não explícitas) definidas pelo grupo, condicionadas por documentos físicos, oficiais e normativos.
Plano da instituição escolar	Professor-instituição escolar e sistema de ensino	Conjunto de situações profissionais características, fundamentais e determinantes para a aquisição de um conhecimento técnico situado no plano de atuação institucional (e escolar), diante de tarefas oficiais, exigências de documentos normativos, regras e determinantes do seu ofício e que deriva de um perfil de docente requerido pela sociedade.

Fonte: Alves e Catarino (2019, p. 118-119).



Conforme evidenciado no Quadro 1, os autores detalham cada plano de atuação e de observação da SDP, além de explicitar os objetivos associados ao desenvolvimento dessas categorias no contexto da formação de professores de matemática. Embora os autores delimitem suas abordagens de maneira individualizada, há a sugestão de que exista a possibilidade de interação e reflexão abrangendo todos os planos, ou, pelo menos, mais de um plano específico.

Diante dessa perspectiva, durante o período de formação com os professores, consideramos os obstáculos identificados pelo grupo, no que diz respeito ao ensino do tópico de sistemas. Decidimos pela elaboração de SDPs que contemplam as categorias de análise do trabalho do professor nos planos de sala de aula e no posto de trabalho. A partir da conceitualização teórica apresentada, seguimos nas seções seguintes com a apresentação da metodologia delineada e seus resultados.

Metodologia: Engenharia Didática de Formação

No campo da formação de professores de matemática, especialmente na busca por articular teoria e prática, diferentes abordagens metodológicas têm sido propostas para planejar, analisar e aprimorar intervenções pedagógicas. Dentre essas, destaca-se a Engenharia Didática de Formação (EDF), que se configura como uma metodologia voltada à elaboração de situações didáticas cuidadosamente fundamentadas e contextualizadas no processo formativo.

Segundo Perrín-Glorian e Bellemain (2019), enquanto as primeiras Engenharias Didáticas (ED) se concentravam na investigação da forma como o conhecimento era transmitido, a Engenharia Didática de Formação (EDF) deixou de se restringir apenas à análise da transmissão de conteúdos e passou também a considerar as dificuldades vivenciadas por alunos e professores nesse processo, buscando propor estratégias mais eficientes para o ensino. Paralelamente, desenvolveram-se pesquisas que tratavam dos fenômenos didáticos de maneira mais ampla, favorecendo o enriquecimento e o aprofundamento dos referenciais teóricos. De acordo com as autoras:

A Engenharia Didática como produto é, portanto, tão importante quanto método. São as próprias situações que nós estudamos, de um ponto de vista adidático (mas o termo não apareceu até 1982), sem estudar o papel do professor, mesmo que seja essencial na devolução, institucionalização ou implementação da dialética ferramenta-objeto ou conjuntos de quadros: este envolve identificar as virtudes dessas situações e as ligações entre elas para produzir novos conhecimentos nos alunos e o avanço do conhecimento em uma classe (Perrin-Glorian; Bellemain, 2019, p. 67).

Para Perrín-Glorian (2011), a EDF orienta pesquisas a partir de problemas concretos de ensino relacionados a conteúdos específicos, incorporando também questões ligadas à formação de professores. Nesse sentido, Perrín-Glorian (2019) ressalta que a EDF possui três componentes fundamentais, que estruturam essa abordagem de pesquisa e formação docente: (i) a origem das questões de pesquisa a partir de desafios observados no processo de ensino de um conteúdo matemático específico, incorporando aspectos relacionados à formação docente; (ii) a natureza



cíclica da metodologia, em que a execução de sessões didáticas serve como ponto de partida para o desenvolvimento de novas estratégias de ensino; (iii) uma abordagem coletiva e teorizada do trabalho, que engaja de forma ativa pesquisadores, professores e/ou formadores, incentivando a colaboração embasada na análise e aprimoramento das práticas educacionais.

O desenvolvimento da EDF ocorreu em 4 etapas, sendo elas: análises preliminares; concepção e análise *a priori*; experimentação e análise *a posteriori* e validação, que são as mesmas fases de uma Engenharia Didática Clássica (de 1ª geração), diferenciando-se apenas pela natureza dos objetivos da pesquisa. Apresentamos nos parágrafos que seguem, com base em Tempier e Chambris (2017), como ocorre o desenvolvimento de cada uma das fases da EDF.

Nas análises preliminares faz-se a pesquisa sobre o ensino atual do tópico matemático, abordando as esferas epistemológicas, didáticas e cognitivas. Identifica-se um ponto problemático no sistema e busca-se condições para equilibrá-lo, levando em conta os obstáculos enfrentados pelos professores no ensino desse conteúdo.

As análises *a priori* são influenciadas pelas análises preliminares e se concentram nos objetivos da pesquisa, envolvendo controles matemáticos e epistemológicos, relacionando conceitos à situação de ação. Isso também requer flexibilidade e adaptações para o professor, quando necessário.

A etapa de experimentação diz respeito à aplicação do recurso didático previamente analisado e construído nas fases anteriores, sendo o momento em que ele é colocado em prática junto aos professores. Na fase de análise *a posteriori* e validação confrontam-se as hipóteses e previsões com os dados da experimentação. Na EDF, esta etapa permite compreender a relevância das situações e sua aplicabilidade no ensino regular, de forma semelhante à avaliação das escolhas feitas na construção do recurso didático.

Análises Preliminares

Na fase inicial da pesquisa, conduzimos uma análise preliminar, que se desdobrou em três áreas principais: (i) uma análise epistemológica, que examinou as características do conhecimento matemático envolvido; (ii) uma análise didática, que considerou aspectos do funcionamento do sistema educacional relativos ao tema; e (iii) uma análise cognitiva direcionada aos professores, os responsáveis pelo ensino.

Neste contexto, traçamos uma visão histórico-evolutiva dos sistemas lineares e sua incorporação no ensino de matemática (Fernandes & Miyasaki, 2011; Boyer, 2010; Smole & Diniz, 2003). Na análise didática, conduzimos um levantamento da abordagem dos sistemas lineares nos livros didáticos adotados pelos professores participantes da pesquisa, bem como nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destinadas ao ensino desse tópico (Brasil, 2018).

Em seguida, foi conduzida uma pesquisa no formato de grupo focal, visando identificar as concepções, métodos de ensino e desafios enfrentados pelos professores no contexto do ensino dos sistemas lineares. Essa etapa teve como foco a identificação dos processos de pensamento envolvidos na resolução de situações didáticas e na reflexão sobre as próprias práticas de ensino. Para isso, foram analisadas as interações ocorridas durante os encontros do grupo focal



e as produções escritas dos participantes, observando-se especialmente os momentos em que emergiam justificativas, comparações entre estratégias e argumentações sobre os significados das soluções. A partir desse material, foi possível identificar indicadores de pensamento reflexivo e crítico, como a capacidade de explicitar raciocínios, avaliar procedimentos e reinterpretar conceitos matemáticos à luz das situações propostas.

Com base nos obstáculos identificados, na análise *a priori* elaboramos um conjunto de quatro SDPs a serem desenvolvidas durante o momento de formação. Estas situações foram cuidadosamente elaboradas com o objetivo de abordar e superar alguns dos desafios específicos identificados na pesquisa, proporcionando aos professores em formação experiências práticas e estratégias que visam aprimorar o ensino do tema.

Dada a limitação desse trabalho, apresentamos aqui apenas duas das SDPs desenvolvidas com os sujeitos no momento da formação. Dentre os desafios, identificamos a dificuldade dos participantes em trabalhar com sistemas indeterminados. Diante deste obstáculo, propomos como ação a ser desenvolvida a implementação de uma SDP que incorpore a modelagem de problemas práticos do cotidiano. Na subseção seguinte apresentaremos o desenvolvimento da análise *a priori*, seguida da etapa de experimentação da pesquisa.

Análise a Priori

Segundo Almouloud e Coutinho (2008), essa fase desempenha um papel fundamental no planejamento e na implementação das atividades de ensino, exercendo impacto significativo na eficácia do processo educacional. Diante disso, buscamos enumerar estratégias pedagógicas profissionais, visando aprimorar as habilidades e competências essenciais para o ensino de sistemas de equações lineares de modo eficaz.

As SDPs propostas foram centradas no trabalho com sistemas indeterminados, promovendo uma abordagem aprofundada e contextualizada desse tema na formação dos professores de matemática. O que proporcionou uma continuidade e ampliação no estudo e na reflexão sobre o assunto ao longo do processo formativo e incentivou a partilha de conhecimentos epistêmicos e pragmáticos. Na Figura 1, temos as duas SDPs elaboradas e implementadas com os participantes:



Figura 1. Problemas utilizados nas Situações Didáticas Profissionais I e II

SDP I - Dispõe-se de x notas de 50 reais, y notas de 20 reais e z notas de 10 reais, totalizando 15 notas e a quantia de R\$ 500,00. Neste contexto resolva o problema e assinale verdadeiro ou falso nas alternativas.

a) A resolução da equação matricial $\begin{bmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 50 \\ 15 \end{bmatrix}$ permite determinar a quantidade de cada tipo de nota.

b) Se $x = 6$ então $y - z = 9$

c) Há infinitas ternos de números inteiros (x , y e z) que satisfazem as condições dadas.

d) Se $Z = 4$ então $x - y = 5$.

SDP II - Um negociante trabalha com as mercadorias A, B e C. se este vender cada unidade de A por R\$2,00, cada unidade de B por R\$3,00 e cada unidade de C por R\$4,00 obtém uma receita de R\$50,00. Mas, se vender cada unidade respectivamente por R\$2,00, R\$6,00 e R\$3,00 a receita será de R\$60,00

a) Calcule o número de unidades que possui cada uma das mercadorias

b) Apresente o conjunto solução desse problema.

c) Quais seriam as possíveis soluções do problema, tendo em vista que o conjunto solução é dado por números inteiros positivos.

Fonte: Santos (2024).

As SDPs I e II lançam ao professor o desafio de adquirir um domínio mais profundo das propriedades desses sistemas, indo além de meros procedimentos. Dado que os participantes desta pesquisa são professores atuantes, é razoável esperar que não enfrentem dificuldades na resolução das situações propostas. É importante ressaltar que o propósito dessas situações não é a construção de conhecimento epistêmico exclusivamente, mas sim o desenvolvimento de conhecimentos pragmáticos e reflexões sobre o ensino do tema em questão.

Análise *a priori* da Situação Didática Profissional I

Na SDP I foi esperado, *a priori*, que o professor fosse capaz de compreender as nuances do problema, adquirindo um entendimento completo e identificando as estratégias apropriadas para resolvê-lo após analisar o contexto da situação. Assim, descreveriam as informações do problema por meio de equações e encontrariam, os valores das variáveis que tornam as igualdades verdadeiras. É importante destacar que eles devem evitar precipitações, pois o problema envolve quantidades de notas, o que implica que as soluções devem ser inteiras e positivas. Os professores dispõem de diferentes processos, podendo optar pelo melhor método. Para essa situação, podem ser apresentadas algumas possibilidades de resolução, como eliminação e substituição.



Após a fase de observação e seleção de estratégias, espera-se que os professores interajam entre si por meio do compartilhamento de conhecimento entre seus pares e/ou com o próprio enigma apresentado, correspondendo à situação de formulação. Nesta etapa, ocorre uma rica troca de informações e ideias entre os professores, visando aprofundar a compreensão do problema e explorar diferentes abordagens. Almouloud (2007, p. 38) destaca que neste momento há “troca de informações com uma ou várias pessoas, que serão emissores e receptores, trocando mensagens escritas ou orais”.

Nesse contexto específico é responsabilidade da formadora guiar a reflexão sobre os obstáculos na compreensão e resolução de sistemas indeterminados. Isso inclui a construção progressiva de ideias, quando esses sistemas são apresentados aos alunos por meio de problemas modelados, os quais exigem o desenvolvimento do pensamento crítico diante das características específicas. Além disso, espera-se que os professores reflitam sobre a habilidade de modelar problemas que possam transcender as abordagens tradicionais de ensino, demandando um domínio do conceito matemático em questão.

Através desta reflexão e do contato direto com a situação e com o métier — que, neste caso, envolve a interação com os demais participantes da pesquisa —, o objetivo deste momento específico era promover o desenvolvimento de conhecimentos pragmáticos pelos professores, especialmente aqueles relacionados ao seu posicionamento no ensino de sistemas lineares.

Análise *a priori* da Situação Didática Profissional II

O propósito da SDP II, assim como da SDP I, é instigar uma reflexão acerca do manejo de sistemas indeterminados, com o intuito de fomentar uma análise sobre a abordagem desses sistemas e compartilhar conhecimentos pragmáticos. Almeja-se que os sujeitos iniciem a resolução identificando a necessidade de atribuir variáveis (x , y , z) às quantidades das mercadorias A, B e C, respectivamente, compreendendo que as informações fornecidas no problema podem ser representadas por um sistema de equações. Partindo disso, é antecipado que o professor comece a explorar e avaliar as alternativas para encontrar o método mais eficaz de resolver o problema.

Em seguida, espera-se que os professores optem por um método de resolução que julguem mais adequado para o problema encontrando a quantidade de unidades pertencentes a cada mercadoria, item (a). Espera-se ainda que os professores apresentem a solução do problema de forma algébrica, obedecendo as características definidas na situação, conforme o item (b). Assim, no item (b) deve-se apresentar a solução do problema como $(, B, 3B-10)$ sendo a solução paramétrica que descreve a relação entre as variáveis A, B e C em função de um parâmetro B, culminando na situação de validação da TSD.

Ao concluir a resolução da situação e considerar as condições estabelecidas no item (c) do problema, é esperado que os envolvidos reconheçam que não basta simplesmente recorrer à teoria dos sistemas indeterminados, como ocorre na SDP I. Como alternativa, é essencial que eles considerem o contexto da situação proposta para chegar à conclusão desejada.



A estruturação das duas situações se baseou na identificação de um desafio profissional enfrentado pelos professores de matemática, que envolve a criação de uma abordagem de ensino eficaz para facilitar a compreensão da resolução de sistemas indeterminados. Em consequência disso, na situação de institucionalização, tem-se a oportunidade de que sejam direcionados pontos de reflexão relativos às barreiras que afetam a compreensão desse conceito, no intuito de possibilitar a formulação de um conjunto de abordagens práticas para superar tais desafios.

Ao escolher essas SDPs, a intenção é que o professor promova ajustes e fortaleça práticas relacionadas ao planejamento de aulas, à condução de discussões matemáticas em sala e ao uso intencional de diferentes formas de representação. Destaca-se, assim, a oportunidade de modelar problemas práticos e de compreender a importância de apresentar aos estudantes desafios que os levem a estabelecer conexões entre os diversos tipos de linguagens, como a algébrica, a linguagem natural e as representações gráficas.

Experimentação

Este estudo teve como foco cinco professores de Matemática que atuam na rede pública de ensino da cidade de Juazeiro do Norte. Os dados empíricos apresentados foram obtidos a partir da aplicação da pesquisa de mestrado da primeira autora, possibilitando a coleta de informações diretamente no contexto de atuação dos participantes. Para conduzir a experimentação, empregaram-se diversas ferramentas de coleta de dados, tais como gravações de áudio, registros visuais das situações, questionários e anotações efetuadas durante os encontros.

Os participantes desta pesquisa foram identificados como P1, P2, P3, P4 e P5, uma escolha intencional para preservar a identidade dos envolvidos no estudo. Nesta seção apresentamos o percurso de experimentação das duas Situações Didáticas Profissionais estruturadas, bem como trazemos um recorte da coleta de dados da investigação.

Experimentação da Situação Didática Profissional I

Após a leitura do problema, os professores iniciaram um diálogo a respeito da relevância de se explorar diferentes abordagens para a resolução de sistemas, uma vez que nem todos os sistemas são quadrados.

Na discussão entre os participantes (P2, P3 e P4) sobre o sistema de equações, P3 inicialmente abordou a questão da indeterminação do sistema, destacando a possibilidade de várias soluções. P4 esclareceu que, devido à natureza do problema envolvendo a quantidade de notas, as soluções deveriam ser inteiras e positivas



$$\begin{cases} 50x + 20y + 10z = 500 \quad (:10) \\ x + y + z = 15 \end{cases}$$
$$\begin{bmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 50 \\ 15 \end{bmatrix}$$
$$\begin{cases} 5x + 2y + z = 50 \\ x + y + z = 15 \end{cases}$$
$$\begin{cases} x + 2y + z = 50 \\ x - y - z = -15 \end{cases}$$
$$4x + y = 35$$
$$y = 35 - 4x$$
$$x + 35 - 4x + 4x - 20 = 15$$
$$x = 15 - 35 + 20$$
$$x = 0$$
$$S = \{0, 35, -20\}$$

Figura 2. Resolução de P3 para a SDP I

Na solução do problema, P3 optou pela técnica de substituição para expressar uma das incógnitas em termos da outra, resultando em expressões para Z e Y em função de X. Ao substituir essas expressões na segunda equação, encontrou $X = 0$ como solução. No entanto, é importante notar que o professor enfrentou dificuldades ao compreender os detalhes específicos do problema, negligenciando o requisito de que a quantidade de notas deve ser positiva. Isso indica uma falha na interpretação das condições apresentadas no problema e uma falta de atenção ao diálogo prévio entre os outros professores antes de resolver o problema.

Após a discussão entre os sujeitos, P4 explicou para os demais os passos que seguiu para solucionar o problema. Na sequência, validaram como verdadeiro ou falso os itens propostos. Notamos que P4 foi o único a justificar as respostas de cada item. Nas Figuras 3, 4 e 5 apresentamos a resposta do participante P4 ao item:

$$\begin{cases} x + y + z = 15 \quad (I) \\ 50x + 20y + 10z = 500 \quad (:10) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x + y + z = 15 \\ 5x + 2y + z = 50 \end{cases}$$

Simplificando a 2ª equação temos:

$$\begin{cases} x + y + z = 15 \\ 5x + 2y + z = 50 \quad (-) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x + y + z = 15 \quad (+) \\ -5x - 2y - z = -50 \end{cases}$$

Figura 3. início da resolução de P4.



P4 começa identificando o sistema dado pelas equações $x + y + z = 15$ e $50x + 20y + 10z = 500$. Observando que todos os coeficientes da segunda equação são múltiplos de 10, divide essa equação por 10 e obtém $5x + 2y + z = 50$. Em seguida elimina a incógnita z subtraindo a primeira equação da equação simplificada: $(5x + 2y + z) - (x + y + z) = 50 - 15$. Em seguida P4 isola y em função de x : $y = 35 - 4x$. Voltando à equação $x + y + z = 15$, substitui essa expressão para y e calcula $z = -20 + 3x$, obtendo assim y e z expressos em função de x . Como x , y e z representam quantidades de notas, ele impõe a condição de serem inteiros positivos, conforme visto na Figura 3:

Pelo método da adição obtemos:

$$-4x - y = -35$$
$$y = 35 - 4x \quad (II)$$

times da equação (I) que:

$$x + y + z = 15$$
$$x + 35 - 4z + z = 15$$
$$z = 15 - 35 + 3z$$
$$z = -20 + 3x$$

Figura 4. Resolução de P4.

Após obter as expressões, P4 procurou justificar de forma escrita como chegaria à solução final. A partir disso, estabeleceu as desigualdades resolvendo-as para determinar os possíveis valores de x . Chegou à conclusão de que poderia ser apenas 7 ou 8. Em seguida, substituiu cada um desses valores nas expressões para y e z , encontrando para $x = 7$ a solução $(7,7,1)$ e para $x = 8$, a solução $(8,3,4)$, apresentando-as como resposta final do problema. Na Figura 5 apresentamos o esboço da justificativa feita pelo professor.

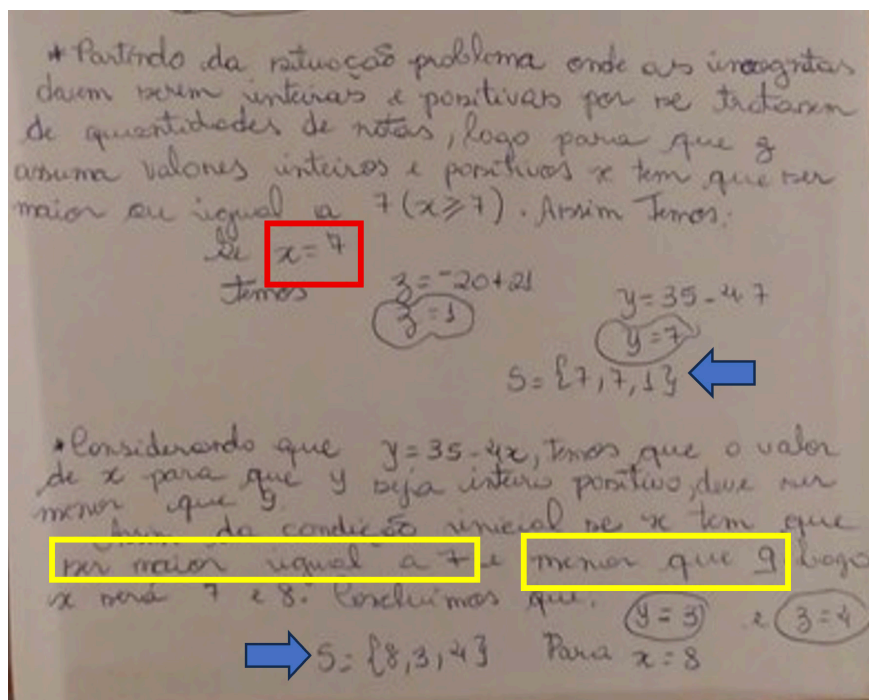


Figura 5. Final da resolução de P4.

Observa-se que P4 emprega a mesma estratégia de resolução que P3, desenvolvendo o método da adição. No entanto, ao contrário do professor P3, P4 demonstra uma atenção mais cuidadosa ao justificar cada etapa com uma escrita matemática clara e explícita. Apesar de ambos os professores terem adotado a mesma abordagem ao utilizar o método da substituição para resolver o problema, P4 se destaca pela sua meticulosidade em explicar cada passo do raciocínio matemático empregado. Essa abordagem, que destaca a justificativa subentendida de cada decisão tomada durante a resolução, contribui para uma compreensão mais profunda e transparente do processo de solução.

Continuando a resolução do problema e buscando justificar cada uma das afirmações (b, c e d), a Figura 6 e 7 exibe as respostas fornecidas por P4 para validar esses itens.

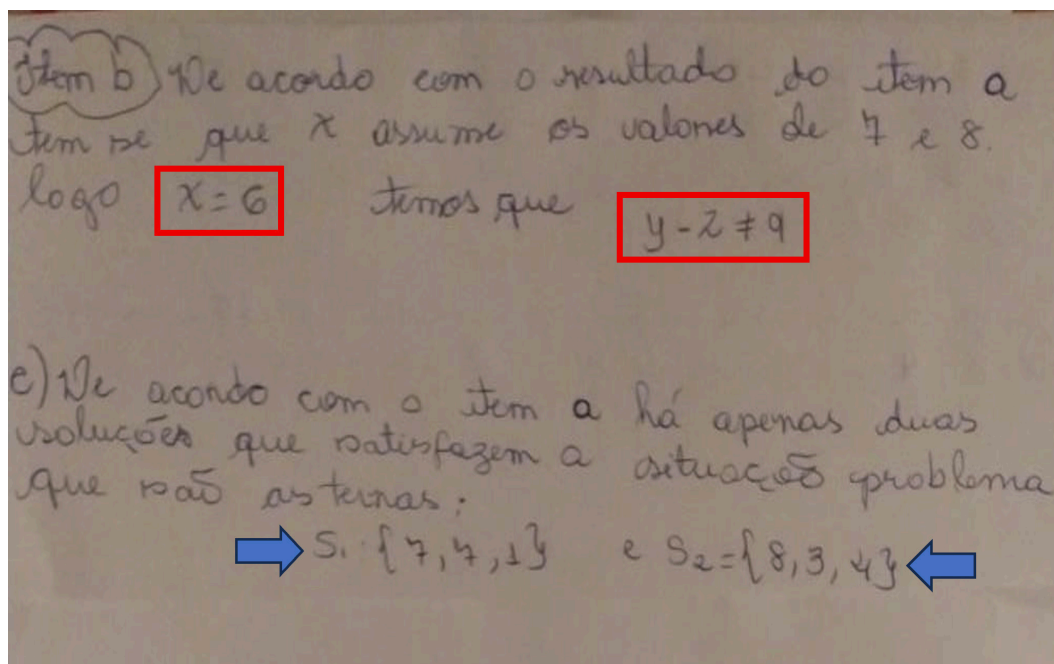


Figura 6. Resolução de P4 dos itens (b e c).

No item B, ele retoma essa conclusão e observa que, escolhendo $x = 6$, a relação $y - z$ não resulta em 9, o que provavelmente foi uma verificação extra ou um teste intermediário para conferir se outros valores de x atenderiam a alguma condição do problema. Essa verificação mostra que, ao adotar $x = 6$, a igualdade desejada não se cumpre, reforçando que apenas os valores $x = 7$ e $x = 8$ são válidos. No item C, com base no resultado do item a (que restringe x a 7 e 8) e já sabendo como calcular y e z a partir de x , o participante simplesmente substituiu esses dois valores nas expressões encontradas anteriormente ($y = 35 - 4x$ e $z = -20 + 3x$), concluindo que existem apenas duas soluções que satisfazem a situação-problema, confirmando e encerrando a resolução. Para o item D, o participante usa a restrição $x \in \{7, 8\}$ obtida no item A para verificar uma nova condição do problema ligado a soma e a diferença, concluindo que apenas o par $(x, y) = (8, 3)$ satisfaz simultaneamente essas condições, confirmando a veracidade da afirmativa.

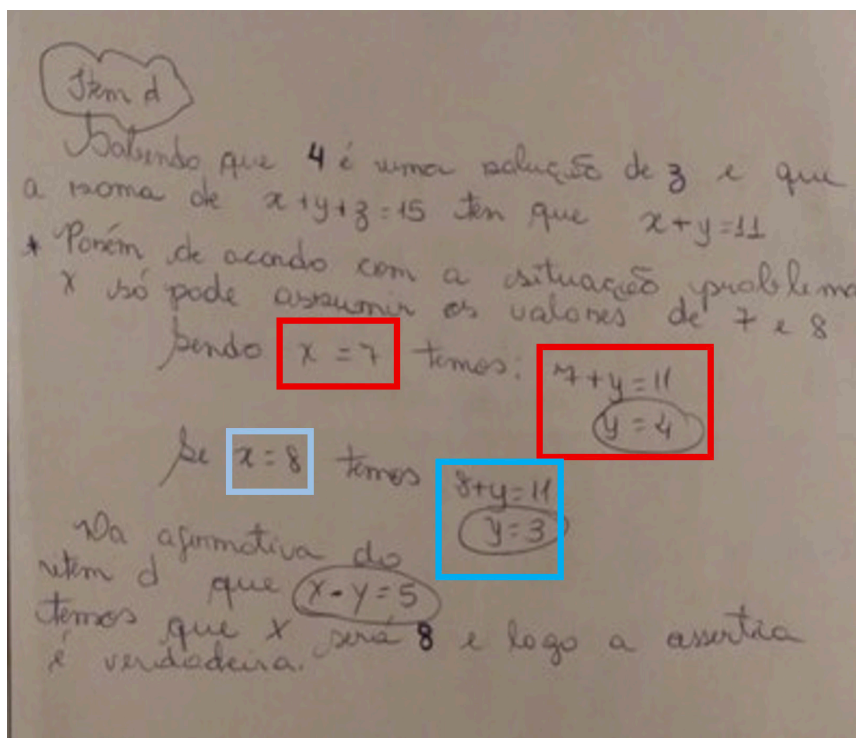


Figura 7. Resolução de P4 ao item d.

Como forma de concluir a SDP I, a pesquisadora deu início a um momento de institucionalização, revisando com o grupo a solução inicial do sistema e os métodos espontaneamente utilizados pelos participantes. Em seguida, promoveu um diálogo coletivo sobre as práticas pedagógicas relacionadas ao problema, buscando relacionar as estratégias empregadas a procedimentos mais formais de resolução.

Nesse contexto, para o momento de Institucionalização (TSD), a pesquisadora introduziu o Método de eliminação de Gauss como proposta de formalização e sistematização do conhecimento. Este método, não desenvolvido espontaneamente pelos professores, foi apresentado como um instrumento que sistematiza e confere rigor aos processos algébricos (adição e substituição) já mobilizados pelo grupo. Essa discussão permitiu evidenciar as relações entre as diferentes abordagens e destacar a importância de compreender o Método de Gauss não apenas como uma técnica operatória, mas como um instrumento didático capaz de favorecer a análise e a interpretação das soluções dos sistemas lineares.

Para encerrar o encontro, a pesquisadora formulou algumas questões desafiadoras, incentivando os professores a refletirem sobre os possíveis equívocos que seus alunos poderiam cometer ao resolver problemas semelhantes e sobre como poderiam explorar tais situações em sala de aula.



Durante a conversa entre os participantes, observou-se uma preocupação compartilhada sobre as dificuldades dos alunos em lidar com problemas que envolvem a interpretação e formulação de equações, especialmente em contextos de sistemas indeterminados. P2 destacou a dificuldade dos alunos em interpretar e formular as equações necessárias para resolver tais problemas. O participante P1 concordou, ressaltando que os alunos frequentemente têm dificuldades em escrever as equações corretamente. Nesse mesmo viés, P4 apontou que o trabalho com sistemas indeterminados pode causar confusão, especialmente devido aos modelos de atividades propostas nos livros didáticos, que favorecem a memorização e mecanização em detrimento de uma compreensão mais profunda.

P5 contribuiu mencionando erros comuns na resolução de equações que os alunos comentem, como adições ou subtrações incorretas e problemas com a multiplicação de matrizes, evidenciando a necessidade de focar em aspectos conceituais. Por fim, P3 contextualiza essas dificuldades, observando que os alunos já enfrentam esses desafios desde o Ensino Fundamental, o que, infelizmente, se agrava ao chegar nos níveis mais avançados. Essa troca de ideias destaca a importância de abordagens de ensino que visem superar essas dificuldades desde as fases iniciais do ensino de matemática.

Experimentação da Situação Didática Profissional II

Marcando o início da situação de ação, os professores, após leitura do problema, dedicaram-se à resolução das partes (a, b e c) propostas. Após resolverem a parte (a) do problema, ocorreu a situação de formulação, a partir da interação entre os pares, na qual compartilharam e discutiram em conjunto os resultados alcançados. Durante a discussão sobre as soluções de um sistema de equações lineares, os professores expressaram diferentes interpretações.

O participante P3, argumentou que o sistema tinha duas soluções, exemplificadas por $(0, 6, 8)$ e $(15, 4, 2)$. Por outro lado, o P4 defendeu que só havia uma solução, baseando-se na obtenção do resultado $(15, 4, 2)$. O P2 concordou com a ideia de uma solução única, reforçando o ponto levantado por P4. Então, P3, por sua vez, insistiu na existência de duas soluções, destacando a validade de $(0, 6, 8)$ como uma delas. No entanto P4, enfatizou que o problema especificava que as soluções deveriam ser números inteiros e positivos, excluindo assim a solução $(0, 6, 8)$ por conter o zero, que não é um inteiro positivo. Esse debate ilustrou a importância da precisão na interpretação e aplicação dos conceitos matemáticos, bem como na consideração dos critérios estabelecidos pelo enunciado do problema.

Após as resoluções no formato escrito, foi evidenciado que todos os professores resolveram o problema de acordo com uma das abordagens previstas na análise *a priori*, com alguns raciocínios diferente. Observa-se que a maioria dos participantes da pesquisa não identificou as características apresentadas no problema. Os professores P3 e P5, ao discutirem entre si, incluíram a última solução apresentada ao problema, mas não justificaram por que essa solução também estava em conformidade com as características do problema, conforme apresentado na Figura 8:



Handwritten mathematical solutions for a system of linear equations. The left page shows a student's work with a matrix and substitution steps. The right page shows another student's work using elimination and substitution. Red boxes highlight specific parts of the work, and blue arrows point to the final solution sets.

Left page (P3):
$$\begin{cases} 5x + 2y + 3z = 500 \quad (:10) \\ x + y + z = 15 \end{cases}$$
$$\begin{bmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 50 \\ 15 \end{bmatrix}$$
$$\begin{cases} 5x + 2y + z = 50 \\ x + y + z = 15 \end{cases}$$
$$\begin{cases} x + 2y + z = 50 \\ x - y - z = -15 \end{cases}$$
$$4x + y = 35$$
$$y = 35 - 4x$$
$$x + 35 - 4x + 4x - 20 = 15$$
$$x = 15 - 35 + 20$$
$$x = 0$$
$$S = \{0, 35, 1-20\}$$

Right page (P5):
$$\begin{cases} 2A + 3B + 4C = 50 \quad (-1) \\ 2A + 6B + 3C = 60 \\ -2A - 3B - 4C = -50 \end{cases}$$
$$3B - C = 10$$
$$C = 3B - 10$$
$$3B + 4 \cdot (3B - 10) = 50$$
$$3B + 12B - 40 = 50$$
$$15B = 90$$
$$B = 6$$
$$C = 18 - 10$$
$$C = 8$$
$$2A + 3 \cdot 6 + 4 \cdot 8 = 50$$
$$2A = 50 - 50$$
$$A = 0$$
$$a) A = 0$$
$$B = 6$$
$$b) (0, 6, 8)$$
$$c) (0, 6, 8) ; (15, 4, 2)$$

Figura 8. Resolução da SDP II dos sujeitos P3 e P5 respectivamente

A discussão entre os Professores P3 e P5 revelou um ponto importante sobre a interpretação do problema e a justificativa das soluções encontradas. Ao incluírem a última solução apresentada ao problema, sem justificar sua conformidade com as características estabelecidas no enunciado, eles deixaram uma lacuna na argumentação. Embora tenham identificado mais uma solução viável, não demonstraram como essa solução atende aos critérios específicos do problema, como a exigência de que as soluções sejam números inteiros e positivos.

Em relação ao resultado, P4 obteve uma solução semelhante ao do participante P2, mas utilizando o método da substituição. Essa variedade de abordagens reflete a diversidade de estratégias que os professores empregaram e as diferentes interpretações que deram às características do problema.

Diante das dificuldades compartilhadas pelos participantes ao tentar formalizar suas abordagens, e considerando que dois deles conseguiram alcançar o resultado desejado, os sujeitos P2 e P4 optaram por apresentar suas resoluções de maneira mais formalizada, configurando a situação de validação da TSD. As Figuras 9 e 10, que representam as soluções desses dois participantes, foram compartilhadas entre eles para enriquecer a compreensão dos demais professores envolvidos no processo:

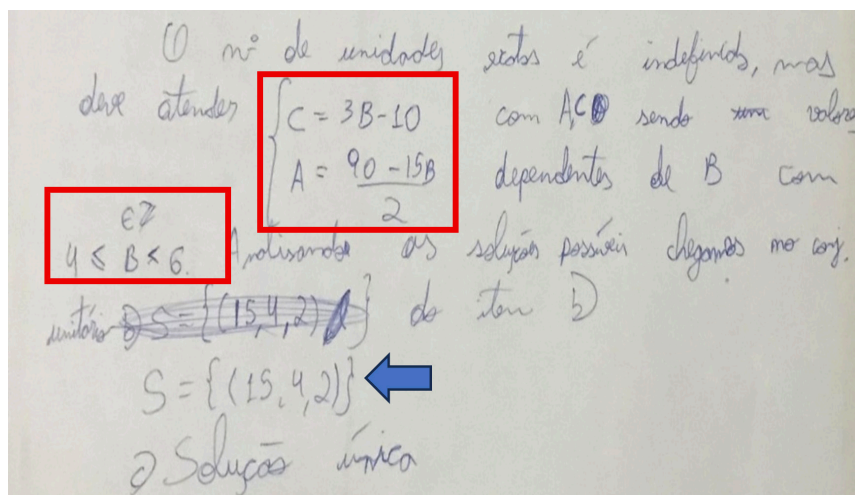


Figura 9. Resolução dos itens (b e c) da SDP II do sujeito P2.

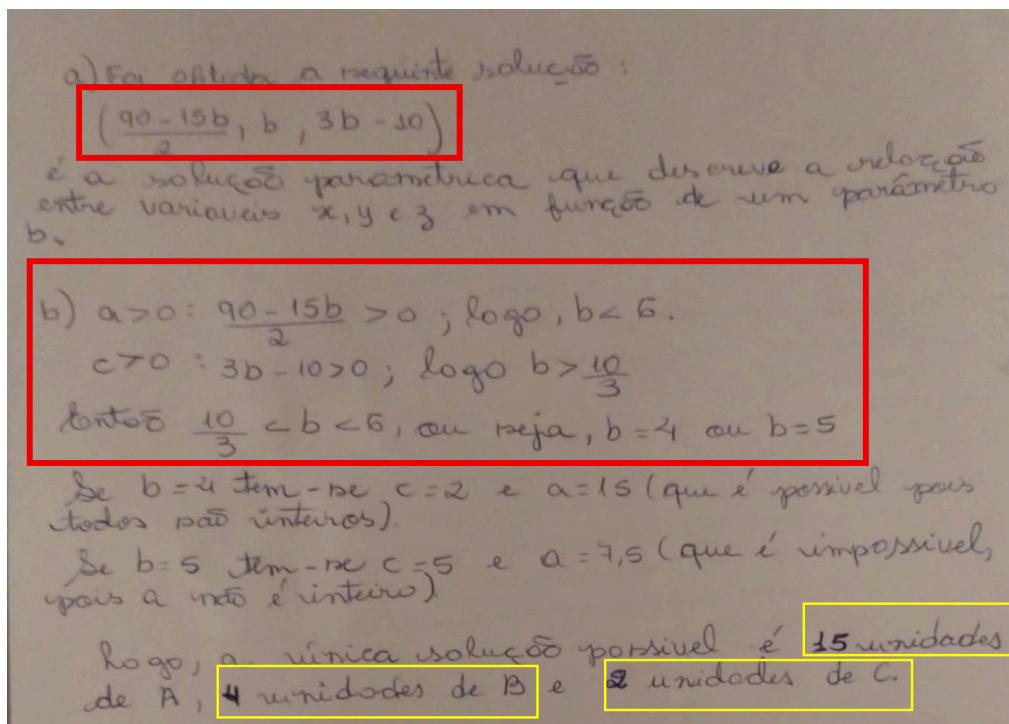


Figura 10. Resolução dos itens (b e c) da SDP II do sujeito P4.



Na resolução do problema, tanto P2 quanto P4 se esforçam para justificar a notação matemática empregada. Além disso, é claro que ambos mostram compreensão e interpretação da linguagem natural presente no problema matemático proposto.

A pesquisadora deu início ao momento de Institucionalização, focando na dificuldade evidenciada pelos professores ao formalizar a solução algébrica do sistema indeterminado. A parametrização do conjunto solução foi discutida como o ponto crucial, institucionalizando a necessidade de expressar as variáveis em função de um parâmetro livre, como B, para representar corretamente a natureza infinita das soluções inteiras e positivas – um obstáculo conceitual recorrente. Essa discussão elevou a regra de ação de apenas encontrar uma solução discreta para a compreensão da estrutura da solução geral.

Foi formalizado que o contexto do problema prático (mercadorias, notas) não é apenas um adorno, mas sim o instrumento didático que permite ao professor restringir o conjunto infinito de soluções a um número finito e viável. A pesquisadora ressaltou que esse processo desenvolve o conhecimento profissional pragmático (DP) de validação contextualizada, ensinando o professor a usar as restrições do mundo real para transformar um obstáculo matemático (sistema indeterminado) em uma situação didática controlável.

Para finalizar, a pesquisadora destacou a importância da transição entre as múltiplas representações, conforme defendido pelos participantes. Discutiu-se que o Método de Gauss, por exemplo, não apenas resolve, mas facilita a visualização da parametrização. Isso reforçou a regra de que, no Plano do Posto de Trabalho (Professor-Professores), o esquema de ação do docente deve incluir o domínio da linguagem algébrica para representar a natureza da solução, e não apenas sua obtenção numérica.

Análise a posteriori das SDPS I e II

A análise dos resultados se concentra na avaliação da reprodutibilidade dos fenômenos didáticos (Almouloud, 2007) e no confronto entre a *Análise a Priori* e a *Experimentação*, utilizando a Teoria das Situações Didáticas (TSD) e a Didática Profissional (DP) como lentes de análise. O foco recai na aquisição e mobilização de conhecimento profissional nos Planos de Atuação da SDP (Alves & Catarino, 2019). O que se observou foi uma tensão produtiva entre o domínio do conhecimento epistêmico (o saber matemático) e a mobilização do conhecimento pragmático (o saber fazer didático) necessário para a mediação eficaz em sistemas indeterminados.

A experimentação da SDP I, ao confrontar os professores com um sistema indeterminado restrito a soluções inteiras e positivas, revelou distintas formas de acionamento do conhecimento profissional. A resolução de P3, que rapidamente chegou a $x = 0$ negligenciou a restrição do problema, demonstrou um esquema de ação (DP) que prioriza o procedimento algorítmico em detrimento da interpretação contextual. Isso sugere que o conhecimento profissional de P3 estava dissociado do momento de Validação (TSD), limitando a eficácia didática da solução. Em contraste, a intervenção de P4, marcada pela imposição das desigualdades e pela busca



por soluções inteiras (Figuras 3-5), demonstrou um conhecimento pragmático circunstanciado (Pastré, 2002). P4 utilizou o contexto prático como ferramenta de validação da solução, transformando a indeterminação do sistema em uma condição controlável. Essa capacidade de antecipar o obstáculo didático (solução não-inteira) e incorporá-lo à estratégia evidencia um esquema de antecipação mais desenvolvido no Plano da Sala de Aula (Professor-Estudantes).

Apesar da previsão da *Análise a Priori* de que os professores não teriam dificuldades na resolução, o desvio observado na Experimentação da SDP II, onde P1, P3 e P5 encontraram obstáculos no resultado e apenas P2 e P4 conseguiram justificar matematicamente a solução paramétrica, validou a necessidade da SDP. Essa dificuldade sugere que o domínio do conhecimento epistêmico em sistemas determinados não garante a mobilização do conhecimento didático profissional para sistemas indeterminados. O fato de P2 e P4 terem explicado a solução aos demais se configurou como um momento de transposição profissional (Alves, 2021). Nesse processo, o conhecimento especializado foi formulado e compartilhado, contribuindo para a Institucionalização (TSD) de novas regras de ação dentro do Plano do Posto de Trabalho (Professor-Professores), o que é essencial para o desenvolvimento do *métier* coletivo.

A fase de reflexão pós-SDPs permitiu que os professores institucionalizassem as novas regras didáticas, definindo um novo núcleo do conhecimento profissional pragmático. No Plano da Sala de Aula (Professor-Estudantes), as falas dos sujeitos revelaram o refinamento de seus esquemas de mediação. P2 enfatizou a necessidade de uma abordagem gradual e estruturada e P4 complementa:

P2: “não devemos jogar o conceito de cara na primeira aula, primeiro devemos revisar os conceitos que antecedem e que são pré-requisitos para que o aluno entenda qualquer conteúdo. [...] revisar o que eles sabem sobre equação do primeiro grau e sua forma padrão, sistemas 2x2 e os métodos de resolução destes. Depois eu apresento algum problema que venha a ser interpretado como sistema, para que o aluno sinta a necessidade de utilizar o conceito. Só depois da organização da ideia que apresento a estrutura como sistema linear.” Essa abordagem demonstra um esquema de antecipação focado em prevenir os obstáculos de Formulação (TSD) dos alunos.

P4: “Bem, eu enfatizei bastante durante nossa discussão a importância de priorizar, no nosso processo de ensino, problemas práticos que realmente permitam aos alunos fazerem conexões reais entre as condições que tornam um problema autêntico. Acho que foi algo bem perceptível na nossa segunda situação didática profissional.” Esta ênfase reforça a importância da validação contextual para o combate à mecanização.

No Plano do Posto de Trabalho (Professor-Professores), o debate entre os pares atuou na definição do conhecimento pragmático deodôntico (Pastré, 2002) sobre o ensino do tema. P2 ressaltou a importância da progressão e P4 enfatizou a diversidade de abordagens:

P2: “Para que os alunos aprendam gradativamente o conteúdo, desde o ensino fundamental, o professor deve trabalhar os sistemas 2x2 com o aluno, estimulando a noção geométrica e a proporcionalidade entre os coeficientes, também destacar a importância de revisar os itens correspondente a equação linear, bem como, a construção do conceito de maneira gradativa.”



P4: “Formas distintas de um mesmo conteúdo permite que o aluno tenha um maior espaço de estruturação no pensamento e aqueles que ainda não compreendem podem entender, é importante relacionar esses diferentes tipos de representações (algébrica, geométrica, tabular, matricial).”

Tais perspectivas, debatidas e negociadas, compuseram o núcleo do *métier* do grupo, sendo um resultado direto da Institucionalização dos saberes trocados e validados nas SDPs I e II. As falas dos professores P2 e P4 destacam a importância da troca de conhecimentos e experiências entre professores experientes e iniciantes na formação profissional. P2 ressaltou a importância de trabalhar gradativamente o conteúdo com os alunos, desde o Ensino Fundamental, estimulando a noção geométrica e a proporcionalidade entre os coeficientes nos sistemas 2x2 e de revisar os conceitos correspondentes à equação linear e construir o conceito de forma gradual. Isso indica uma abordagem mais progressiva e estruturada, onde o conhecimento é apresentado de maneira acessível e construtiva aos alunos.

Por outro lado, P4 enfatizou a importância de oferecer formas distintas de representação do mesmo conteúdo, permitindo que os alunos tenham um maior espaço para estruturar seu pensamento e compreender o conteúdo. Ele destacou a importância de relacionar diferentes tipos de representações, como a algébrica, geométrica, tabular e matricial. Essa abordagem sugere uma valorização da diversidade de perspectivas e métodos de ensino, o que pode enriquecer a compreensão dos alunos e proporcionar diferentes caminhos para o aprendizado.

Alves (2019) explica que o conceito de *métier* se refere ao momento em que os profissionais de um determinado campo de trabalho se reúnem para organizar, definir e debater conhecimentos na prática específica. Dessa forma, considerando o contexto das SDPs, a interação entre os professores já se desenvolve de forma prioritária na esfera de observação professor-professor.

Conclusões

O objetivo principal deste estudo foi avaliar a contribuição e o impacto das Situações Didáticas Profissionais (SDPs) na formação continuada de professores de Matemática. Especificamente, a pesquisa buscou oferecer aos docentes em exercício uma formação centrada no contexto prático do ensino de sistemas de equações lineares, um conceito fundamental para sua atuação profissional.

A necessidade de oferecer formações que incorporem diversas perspectivas, abordagens e metodologias é evidente. Isso se justifica tanto pelos desafios de aprendizagem enfrentados pelos alunos, amplamente identificados na literatura, quanto pelos obstáculos práticos frequentemente mencionados pelos próprios professores durante a entrevista com o grupo.

No contexto das SDPs, as esferas de observação destacadas nos estudos de Alves (2019; 2020) desempenham um papel fundamental no desenvolvimento da aprendizagem, especialmente no que diz respeito aos conhecimentos pragmáticos. Isso ocorre devido ao contato direto com os colegas de trabalho, a reflexão sobre diferentes abordagens pedagógicas, a postura adotada em sala de aula e a própria dinâmica da instituição de ensino.



As SDPs foram elaboradas com base na análise prévia das dificuldades apresentadas pelos professores no ensino, de modo que cada situação tivesse potencial para provocar a reflexão sobre sua própria prática. No plano da sala de aula, os professores analisaram episódios reais de ensino, identificando obstáculos na compreensão das soluções dos sistemas e na articulação entre os registros algébrico e gráfico.

No plano do trabalho, essas análises foram socializadas em discussões coletivas, nas quais os participantes confrontaram interpretações, mobilizaram referenciais teóricos e propuseram novas estratégias para o ensino do conteúdo. Já no plano institucional, o grupo refletiu sobre as condições organizacionais e formativas que interferem no processo de ensino-aprendizagem, reconhecendo fatores que favorecem ou limitam o trabalho docente. Dessa forma, as SDPs fomentaram a reflexão profissional ao transformar dificuldades concretas em objeto de estudo coletivo, levando os professores a reinterpretarem suas ações à luz da teoria e da experiência compartilhada.

Embora a investigação tenha sido realizada em um contexto local, seus resultados dialogam com pesquisas nacionais e internacionais que também evidenciam o potencial formativo das Situações Didáticas Profissionais (SDPs) e da Engenharia Didática de Formação na preparação de professores de Matemática. Em âmbito nacional, estudos como os de Cidrão (2019), Camilo (2021) e Mororó (2023) têm mostrado que as SDPs favorecem a reflexão crítica sobre a prática pedagógica e contribuem para o desenvolvimento profissional docente, especialmente ao promover a articulação entre teoria e prática. No cenário internacional, destaca-se o trabalho de Tempier (2013), que fundamenta a Engenharia Didática de Formação como um dispositivo metodológico capaz de analisar e transformar as práticas profissionais docentes.

Desse modo, percebemos que as SDPs permitem uma análise minuciosa do processo de ensino ao considerar as interações entre as esferas professor-aluno, professor-professor e professor-instituição de ensino, proporcionando o aprimoramento contínuo e a reflexão sobre a prática docente. No entanto, é fundamental que novas pesquisas sejam desenvolvidas utilizando essa abordagem, considerando outros objetos de análise e diferentes contextos de atuação docente.

Contribuições dos autores:

Conceptualização: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Metodologia: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Software: N/A (não aplicável); Validação: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Análise formal: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Investigação: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Recursos: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Curadoria de dados: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Escrita – Esboço original: Santos, M. G. M.; Escrita – Revisão & Edição: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Visualização: N/A (não aplicável); Supervisão: Alves, F. R. V.; Gestão do projeto: Santos, M. G. M.; Alves, F. R. V.; Valenzuela, M. L.; Captação de financiamento: N/A (não aplicável).



Agradecimentos

O primeiro e o segundo autor agradecem ao apoio e suporte financeiro concedido no Brasil pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Referências

- Almouloud, S. A. (2007). *Fundamentos da didática da Matemática*. Editora UFPR.
- Almouloud, S. A., & Coutinho, C. Q. S. (2008). Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. *REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 3(1), 62-77.
- Alves, F. R. V. (2019). Vertente francesa de estudos da Didática Profissional: Implicações para a atividade do professor de Matemática. *Vydía*, 39(1), 255-275.
- Alves, F. R. V. (2020). Didática Profissional (DP) e a Didática das Ciências e Matemática (DCeM): Uma perspectiva de complementaridade e implicações para o trabalho do professor. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 397- 432.
- Alves, F. R. V., & Catarino, P. M. M. (2019). Situação Didática Profissional: um exemplo de aplicação da Didática Profissional para a pesquisa objetivando a atividade do professor de Matemática no Brasil. *Indagatio Didactica*, 11(1), 103-129.
- Alves, F. R. V. (2021). Transposição Didática (TD) e Transposição Profissional (TP): uma discussão sobre a noção de competência profissional do professor de matemática. *Revista Diálogo Educacional*, 21(69), 901-921. <https://doi.org/10.7213/1981-416x.21.069.ao05>
- Battaglioli, C. S. M. (2008). *Sistemas Lineares na segunda série do ensino médio: um olhar sobre os livros didáticos* [Dissertação de mestrado]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Boyer, C. B. (2010). *História da Matemática* (3ª ed.). Blucher.
- Brasil, Ministério da Educação. (2018). *Base nacional comum curricular: Ensino médio*. MEC. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf
- Brousseau, G.(1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches em Didactiques des Mathématiques*. V.7, nº2. pp. 33-116. Grenoble.
- Brousseau, G. (2008). *Introdução ao estudo da Teoria das Situações Didáticas: Conteúdos e métodos de ensino*. Editora Ática.
- Camilo, A. M. da S. (2021). *Formação continuada em serviço do professor de matemática: Uma análise de situações didáticas profissionais direcionadas à geometria plana e espacial do ensino médio* [Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará]. Fortaleza, CE.
- Cidrão, G. G. (2020). *Didática Profissional (DP) na formação inicial dos professores de matemática: Na construção dos conjuntos numéricos* [Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará]. Fortaleza, CE.
- Fernandes, W. M. A., & Miyasaki, R. (2011). Sistemas Lineares e Aplicações. *Anais IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia*, Anápolis.
- Flóridi, M. A., & Steinle, M. C. B. (2008). Formação continuada em serviço: uma ação necessária ao professor contemporâneo. *Portal Educacional do Paraná*. Secretaria do Estado de Educação do Paraná.



- Freitas, I. M. (1999). *Resolução de Sistemas Lineares Parametrizados e seu Significado para o Aluno* [Dissertação de mestrado]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Jordão, A. L. I. (2011). *Um estudo sobre a resolução algébrica e gráfica de sistemas lineares 3x3 no 2º do Ensino Médio*[Dissertação de mestrado profissional]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Mayen, P. (2012). Les situations professionnelles: un point de vue de didactique professionnelle. *Phronesis*, 1(1), 59-67. <https://doi.org/10.7202/1006484ar>
- Mororó, F. N. M. (2023). *Didática Profissional (DP) e Teoria das Situações Didáticas (TSD): Um olhar sobre a formação docente e o ensino de álgebra no 9º ano* [Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará]. Fortaleza, CE.
- Pastré, P. (2002). L'analyse du travail en didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, 138, 9-17. <https://doi.org/10.3406/rfp.2002.2859>
- Pastré, P. (1999). La conceptualisation dans l'action: bilan et nouvelles perspectives. *Éducation permanente*, Apprendre des situations, 13-35.
- Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La Didactique Professionnelle. *Revue française de pédagogie*, (154), 145- 196.
- Perrin-Glorian, M. J. (2011). M. J. L'ingénierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement des ressources et formação des enseignants. In : Margolinas et al. (Orgs.): En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV^a École d'Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (PUY-de-Dôme). Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage, v. 1, p. 57-78.
- Perrin-Glorian, M. J. (2019). A l'interface entre recherche et enseignement, les Ingénieries Didactiques. In *Actes du congrès: La TACD en questions, questions à la didactique*, Rennes.
- Perrin-Glorian, M. J., & Bellemain, P. M. B. (2019). L'ingenierie didactique entre recherche et ressource pour l'enseignement et la formation des maîtres. *Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online*, 9(1).
- Santos, M. G. M. dos. (2024). *Situações didáticas profissionais na formação continuada do professor de matemática: Uma análise sobre o ensino de sistemas de equações lineares* [Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará]. Fortaleza, CE.
- Smole, K. S., & Diniz, M. I. (2003). *Matemática: Ensino Médio* (Vol. 2). Saraiva.
- Tempier, F. (2013). *La numération décimale de position à l'école primaire: Une ingénierie didactique pour le développement d'une ressource* [Thèse de doctorat, Université Denis Diderot – Paris 7]. Paris, França.
- Tempier, F., & Chambris, C. (2017). Concevoir une ressource pour l'enseignement de la numération décimale de position. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 37(2-3), 289-332.
- Tourmen, C. (2014). *Usages de la didactique professionnelle en formation: principes et évolutions*. L'Harmattan.