

Argumentação prática de professores sobre as dificuldades dos alunos em noções de volume e unidades de medida em um contexto de Estudo de Aula

Teachers' Practical Arguments Regarding Students' Difficulties with Volume and Units of Measurement in a Lesson Study Context

Argumentación práctica de maestros sobre las dificultades de los alumnos en nociones de volumen y unidades de medida en un contexto de Estudio de Clases

Telesforo Sol¹

Adriana Breda²

Adriana Richit³

Mauri Luís Tomkelski⁴

Gemma Sala-Sebastià⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho é identificar os argumentos práticos de um grupo de professores, participantes de um ciclo de Estudo de Aula, ao refletirem sobre as dificuldades apresentadas pelos estudantes ao trabalharem com a capacidade volumétrica e a

¹ Doutor em Educação Matemática. Universitat de Barcelona – UB. Barcelona, Catalunya, Espanha. E-mail: telesforo.sol@ub.edu. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3908-880X>

² Doutora em Educação em Ciências e Matemática. Universitat de Barcelona – UB. Barcelona, Catalunya, Espanha. E-mail: adriana.brerda@ub.edu. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7764-0511>

³ Doutora em Educação Matemática. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS. Erechim, RS, Brasil. E-mail: adrianarichit@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0778-8198>

⁴ Doutor em Educação – Didática das Ciências. Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul – SEDUC/RS. Erechim, RS, Brasil. E-mail: mauriluis@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6395-7086>

⁵ Doutora em Educação Matemática. Universitat de Barcelona – UB. Barcelona, Catalunya, Espanha. E-mail: gsala@ub.edu. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9830-312X>

comparação de unidades de medida, e relacioná-las com os critérios de adequação didática. Metodologicamente, para identificar os argumentos práticos dos participantes, foi analisada uma sessão do ciclo gravada, a partir do modelo de Toulmin, seguido pelos Critérios de Adequação Didática. A análise mostra que emergiram oito dificuldades e sete argumentos práticos, nos quais cada um está relacionado a um tipo de dificuldade apresentada pelos alunos, e que o critério mais relacionado a esses argumentos práticos é, em grande medida, o epistêmico. Conclui-se que é fundamental fomentar a argumentação prática na reflexão do professorado nos ciclos de Estudo de Aula.

Palavras-chave: Argumentação Prática. Critérios de Adequação Didática. Dificuldades dos alunos. Estudo de Aula. Formação de professores.

Abstract

The aim of this study is to identify the practical arguments of a group of teachers participating in a Lesson Study cycle as they reflect on students' difficulties related to volume capacity and the comparison of measurement units, and to relate these arguments to the Didactic Suitability Criteria. Methodologically, to identify the participants' practical arguments, one recorded session from the cycle was analyzed using Toulmin's model, followed by an analysis based on the Didactic Suitability Criteria. The analysis reveals eight difficulties and seven practical arguments, each of which is linked to a specific type of student difficulty. Among the criteria, the epistemic one is the most closely related to these practical arguments. The study concludes that fostering practical argumentation in teachers' reflections during Lesson Study cycles is essential.

Keywords: Didactic Suitability Criteria. Lesson Study. Practical Argumentation. Students' Difficulties. Teacher Education.

Resumen

El objetivo de ese trabajo es identificar los argumentos prácticos de un grupo de maestros, participantes de un ciclo de Estudio de Clases, cuando reflexionan sobre las dificultades que presentan los estudiantes al trabajar capacidad volumétrica y comparación de unidades de medida y relacionarlos con los criterios de idoneidad didáctica. Metodológicamente, para identificar los argumentos prácticos de los participantes, se ha analizado una sesión del ciclo grabada a partir del modelo Toulmin, seguido de los Criterios de Idoneidad Didáctica. El análisis muestra que emergieron ocho dificultades y siete argumentos prácticos en los cuales cada uno está relacionado a un tipo de dificultades presentadas por los alumnos y que el criterio que se relaciona con esos argumentos prácticos es, en grande medida, el epistémico. Se concluye que es fundamental fomentar la argumentación práctica en la reflexión del profesorado en los ciclos de Estudio de Clases.

Palabras clave: Argumentación Práctica. Criterios de Idoneidad Didáctica. Dificultades de los alumnos. Estudio de Clases. Formación de maestros.

1 Introdução

A formação continuada deve proporcionar ao professor a aquisição de conhecimentos e saberes relacionados à profissão, entre outros, a reflexão docente voltada ao processo de tomada de decisão. Por um lado, o desenvolvimento da reflexão docente pode ser proporcionado por meio da abordagem Estudos de Aula (EA) (Murata, 2011; Richit; Tomkelski, 2022). Por outro lado, existem os Critérios de Adequação Didática (CAD) (Font; Planas; Godino, 2010), proposto como ferramenta para organizar a reflexão do professor orientada para a análise dos processos de ensino e aprendizagem da matemática e de sua respectiva melhora.

Para analisar em profundidade a reflexão que os professores ou futuros professores realizam sobre as ações relacionadas à prática docente, pode-se recorrer ao estudo da argumentação prática. Alguns estudos prévios mostraram que os docentes apresentam argumentações sobre as ações que decidem realizar e que, nessas argumentações, utilizam critérios sobre o que consideram melhor (entre outros, Sol et al., 2024a; Sol et al., 2024b; Sol et al., 2025a, Sol et al., 2025b). Esses critérios podem ser reinterpretados como componentes e indicadores dos CAD (Sol et al., 2023a; Sol et al., 2023b; Sol et al., 2023c).

Refletir sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudantes ao aprender certos conceitos matemáticos possibilita aos professores construir explicações fundamentadas sobre sua prática. Diversos estudos identificaram dificuldades importantes apresentadas pelos alunos do Ensino Fundamental na compreensão da noção de volume e das unidades de medida. Uma das confusões mais frequentes é a que ocorre entre os conceitos de volume e capacidade, evidenciada tanto nas produções dos alunos quanto nas metodologias de ensino presentes no ambiente escolar. Muitos estudantes acreditam, erroneamente, que apenas objetos “com capacidade” possuem volume, ou que este é uma propriedade exclusiva dos líquidos. Essa confusão se reflete no ensino escolar, onde as unidades de medida de volume e capacidade são frequentemente apresentadas de maneira indistinta ou desconectadas de seus significados físicos e matemáticos (Blanco-Álvarez et al., 2017).

O ensino da noção de volume no âmbito escolar tende a se concentrar no uso de fórmulas, promovendo uma abordagem quantitativa (volume como número), que pode

impossibilitar a emergência de outros significados, como o de volume deslocado ou o de volume como espaço ocupado (Sáiz, 2003). Essa visão reduzida é reforçada pela orientação algorítmica e numérica predominante nos materiais escolares, nos quais costuma faltar o trabalho com estimativas ou tarefas que favoreçam a compreensão do sentido da noção de medida (Aguayo; Montoro, 2021).

Da mesma forma, os erros vinculados ao ensino do volume e da área, como a confusão entre área e perímetro, o uso incorreto de unidades de medida ou a ausência do princípio de conservação do volume, estão relacionados a obstáculos de natureza cognitiva, epistemológica e didática (Rieiro-Marín et al., 2019).

O volume, entendido como a quantidade de espaço tridimensional ocupada por um corpo, está estreitamente relacionado com a capacidade, definida como o espaço interno de um recipiente que pode ser ocupado por outro corpo ou substância. Embora se tratem de grandezas distintas, sua conexão é estreita e costuma dar origem a confusões tanto na prática docente quanto na compreensão dos alunos (Rieiro-Marín et al., 2019).

Sob uma perspectiva curricular, foi documentado que, no Ensino Fundamental, o estudo da noção de medida, especialmente em sua relação com a capacidade e o volume, é percebido pelos docentes como um conteúdo complexo, para o qual se demandam mais recursos didáticos que facilitem seu planejamento e ensino adequado (Broitman; Itzcovich, 2010). Nesse sentido, as propostas de ensino que integram materiais concretos e tecnologia (como o uso de origami ou softwares educativos) têm demonstrado ser apropriadas para superar algumas das dificuldades apontadas pelos alunos, possibilitando uma aprendizagem significativa (Hernández, 2016).

Por outro lado, pesquisas como a de Codina et al. (2017) destacam a importância de trabalhar o sentido da noção de medida a partir de tarefas contextualizadas, que favoreçam o uso de unidades não convencionais, a estimativa e a compreensão do princípio multiplicativo. Isso permite avançar na construção de significados mais robustos sobre as grandezas de superfície e volume desde a infância (Codina; Romero; Abellán, 2017).

Finalmente, estudos recentes evidenciam que estudantes do Ensino Fundamental apresentam dificuldades para abordar conceitos como área e volume, devido ao fato de que seu pensamento abstrato ainda está em processo de desenvolvimento, o que limita sua participação em tarefas que requerem processos de modelagem matemática,

exploração ou argumentação (Hernández Escobar, 2016). A partir dessas evidências, diversas propostas metodológicas buscam fomentar o desenvolvimento do pensamento espacial e geométrico, articulando o estudo do volume com experiências significativas e próximas ao contexto dos alunos (Urrego Gómez, 2021).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é identificar os argumentos práticos de um grupo de professores do Ensino Fundamental, participantes de um ciclo de Estudo de Aula, ao refletirem sobre as dificuldades que os estudantes apresentam ao trabalhar com a noção de capacidade volumétrica e a comparação de unidades de medida, e relacioná-los com os critérios de adequação didática.

2 Fundamentação Teórica

Argumentação

Neste trabalho, assumimos que a argumentação prática é definida como “argumentação que tem como objetivo decidir um curso de ação” Lewiński (2018, p. 219). Já, o modelo argumentativo proposto por Toulmin (2003) funciona da seguinte forma: a partir de algumas evidências (dados), uma afirmação é formulada (premissa). Uma garantia conecta os dados com a premissa, que se baseia em um fundamento teórico, prático ou experimental: o respaldo. Os qualificadores modais (certamente, definitivamente, etc.) indicam como a afirmação é interpretada como verdadeira, possível ou provável. Finalmente, suas possíveis refutações ou objeções são consideradas.

Adequação didática

A adequação didática de um processo de ensino e aprendizagem é definida como o grau em que tal processo (ou parte dele) atende a certas características que permitem qualificá-lo como ótimo ou adequado para alcançar a adequação entre os significados pessoais alcançados pelos alunos (aprendizagem) e os significados institucionais pretendidos ou implementados (ensino), considerando as circunstâncias e os recursos disponíveis (ambiente). Um processo de ensino e aprendizagem alcançará um alto grau de adequação didática se for capaz de articular, de forma coerente e sistemática, os seguintes seis critérios parciais de adequação didática (CAD), referentes a cada uma das

seis facetas envolvidas no processo de ensino e aprendizagem (Font; Planas; Godino, 2010): a) Critério epistêmico. Avaliar se a matemática ensinada é ‘boa matemática’; b) Critério cognitivo. Avaliar, antes de iniciar o processo instrucional, se o que se pretende ensinar está a uma distância razoável do que os alunos sabem; c) Critério de interação. Avaliar se a interação resolve as dúvidas e dificuldades dos alunos; d) Critério de meios. Avaliar a adequação dos recursos e tempo utilizados no processo instrucional; e) Critério afetivo. Avaliar o envolvimento dos alunos (interesse, motivação) no processo instrucional; f) Critério ecológico. Avaliar a adequação do processo instrucional ao projeto pedagógico da escola, às orientações curriculares, às condições do meio social e profissional, etc. Por sua vez, cada CAD tem as suas respectivas componentes (Quadro 1), cuja utilidade passa pela definição de um conjunto de indicadores observáveis que permitam avaliar o grau de adequação de cada faceta dos processos de ensino e aprendizagem.

Quadro 1 – Critérios e componentes de adequação didática

CAD	Componentes
Epistêmico	Erros; Ambiguidades; Riqueza de processos; Representatividade da complexidade do objeto matemático.
Cognitivo	Conhecimento prévio; Adaptação curricular às diferenças individuais; Aprendizagem; Alta demanda cognitiva.
De Interação	Interação professor-aluno; Interação entre alunos; Autonomia; Avaliação formativo.
De Meios	Recursos materiais; Número de alunos, horário das aulas e condições da sala de aula; Tempo.
Afetivo	Interesses e necessidades; Atitudes; Emoções.
Ecológico	Adaptação curricular; Conexões intra e interdisciplinares; Utilidade social e laboral; Inovação didática.

Fonte: Breda; Pino-Fan; Font (2017)

Os CAD e seus componentes são baseados nos princípios e normas do Conselho

Nacional de Professores de Matemática (NCTM), tendências atuais em Educação Matemática e pesquisas nesta área (Breda, Font; Pino-Fan, 2018). Portanto, constituem uma ferramenta consensual, que é utilizada para estruturar a reflexão dos professores em programas de formação docente em diferentes países ibero-americanos.

Estudo de Aula

O EA é o desenho colaborativo e detalhado de uma aula ou sequência de aulas, sua implementação e observação direta em sala de aula, e sua análise conjunta após a implementação realizado por um grupo de professores (Fernández; Yoshida, 2004). Um ciclo EA deve seguir as seguintes etapas: definição do problema de pesquisa, estudo do currículo e objetivos; planejamento da aula ou da sequência de aulas; execução e observação da aula; reflexão conjunta sobre os dados coletados (Lewis; Hurd, 2011).

3 Abordagem Metodológica

A pesquisa, desenvolvida no segundo semestre de 2023 em uma escola estadual da região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul, envolveu cinco docentes (nomes fictícios) dos primeiros anos do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano), que atuavam em ciclos escolares distintos na mesma escola. São elas: Maria (professora do 1º ano), Antônio (professora do 2º ano), Joana (professora do 3º ano), Lúcia (professora do 4º ano) e Beatriz (professora do 5º ano). Participaram também uma estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas (Gabi), uma doutoranda em Didática da Matemática (Laís) e uma estudante universitária do Curso de Licenciatura em Pedagogia (Bianca), além dos dinamizadores do estudo de aula (Alice e Mateus) – todos nomes fictícios.

O Estudo de Aula (EA) foi centrado no 4º ano do Ensino Fundamental e planejado ao longo de doze encontros, que envolveram leituras, discussões e reflexões sobre a prática docente, o contexto temático da aula de investigação, as dificuldades e a aprendizagem matemática dos estudantes. Durante esse processo, foram definidos, de maneira conjunta, o tema curricular a ser abordado no Estudo de Aula (capacidade volumétrica), a questão de investigação que orientou o processo, os objetivos para a aula de investigação, os procedimentos, os recursos e as estratégias para a aula investigativa,

estabelecendo-se um cronograma detalhado de atividades. O planejamento também foi marcado pelo estudo das diretrizes curriculares nacionais do Brasil, de resultados de pesquisa sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de volume, sobre o ensino exploratório e suas etapas, bem como sobre estratégias para favorecer a aprendizagem discente. Além disso, os professores prepararam o roteiro de observação para a aula de investigação e organizaram a dinâmica de cada um dos momentos da aula. A tarefa para a aula foi assim estruturada (ver Figura 1):

Figura 1 – Tarefa 1 elaborada para a aula de investigação

TAREFA 1

O Chafariz da Praça da Bandeira da cidade de Erechim possui forma elíptica (oval) e suas dimensões são: 12 metros de comprimento, 10 metros de largura e 70 centímetros (0,70 m) de altura, conforme indicado na figura abaixo. A capacidade de água é de aproximadamente 63 m^3 (metros cúbicos).



Sabendo que 1 m^3 equivale a 1.000 litros.

a) Qual a capacidade do chafariz, em litros? Explique a sua estratégia de resolução.

Fonte: Arquivo dos autores

A aula de investigação foi realizada em uma turma do 4º ano, que se constituía de 25 crianças, com idades entre 9 e 10 anos. Foram realizados quatro encontros investigativos com a turma. O primeiro encontro foi dedicado à contextualização da temática — capacidade volumétrica e comparação de unidades de medida — conduzido voluntariamente por Gabi, enquanto as demais docentes do 1º ao 5º ano não interferiram naquele momento. O segundo e o terceiro encontros foram voluntariamente conduzidos por Lucia, professora da turma, e tiveram como foco a resolução da tarefa preparada para a aula de investigação. Nesses, os alunos, organizados em duplas e trios, envolveram-se na resolução da tarefa, cuidadosamente preparada para eles e, ao final, a professora promoveu a discussão coletiva e a sistematização das ideias matemáticas desenvolvidas. O último encontro foi marcado por uma saída de campo em um espaço público do município (praça central), na qual encontra-se o chafariz da cidade, que é um dos

monumentos históricos principais. Nessa atividade, cujo objetivo consistia em retomar o contexto temático da aula de investigação (chafariz), os estudantes assistiram a uma aula pública realizada por um pesquisador sobre a história do município.

Este artigo, em particular, concentra-se na análise da argumentação prática dos participantes realizada no décimo encontro, momento em que refletiram sobre as dificuldades apresentadas pelos estudantes durante o desenvolvimento do primeiro encontro investigativo, no qual foram trabalhados os conceitos de capacidade volumétrica e comparação de unidades de medida.

A análise da argumentação foi realizada considerando o modelo o modelo de Tolumin e a caracterização da argumentação prática, seguindo as seguintes etapas: i) Descrição do diálogo; ii) Revisão e escrutínio do material empírico para identificar episódios de argumentação prática; iii) Identificação de diferentes argumentos que os futuros professores expressam quando participam da discussão; iv) Identificação de palavras que deem conta da existência de argumentos, tais como: então, portanto, por exemplo, se, isto é, entendo que, todo discurso, é suposto, é dito, etc.; v) Representação dos argumento práticos identificados considerando o modelo de Toulmin; vi) Relação dos argumentos identificados com os CAD. A análise inicial dos dados foi realizada por dois pesquisadores e posteriormente triangulada pelos demais para esclarecimento de interpretações.

4 Análise e Produção dos Resultados

Os resultados indicam que os professores refletiram sobre oito dificuldades apresentadas pelos estudantes durante o desenvolvimento da aula de investigação. Em sete das oito dificuldades, foi identificado um argumento prático para controlar ou evitar tal dificuldade. Cada argumento prático foi estruturado com base no modelo de Toulmin e relacionado a um dos componentes dos CAD. Por questões de espaço, apenas duas dificuldades mencionadas pelos participantes do ciclo são detalhadas, e somente para uma dificuldade é apresentado um exemplo do diálogo entre os participantes, no qual é identificada a dificuldade que os estudantes têm para comparar unidades de medida. A partir dessa análise, estrutura-se o argumento prático para atender a essa dificuldade, relacionando-o aos CAD. O diálogo é o seguinte:

Alice: [...] outra [dificuldade] que vocês também colocaram, comparação entre unidades de medida. Aqui no caso seria entre litro e mililitro, que é unidade e subunidade [...]. Aí, seguindo os próximos itens da tarefa, transformação? Ou não? Talvez [a dificuldade] foi na comparação entre diferentes recipientes, copo, garrafa? Porque essa é uma parte, é uma dimensão bastante aberta das tarefas, dos problemas, que é comparar [as unidades de medida]. Então, por exemplo, se eu utilizar um copo para esvaziar o chafariz, eu vou gastar, obviamente, mais copos, porque o instrumento que eu estou utilizando é menor. Se eu pegar baldes, vou precisar de menos [medidas]. E aí eles têm que chegar a essa conclusão por eles mesmos, sem a gente ter que dizer. [Outra dificuldade é] Transformação matemática, definir se é multiplicação ou divisão. Essa parte [...] está aqui, mas eu não entendi muito bem do que é que se trata. Então a gente pode rever [essa parte].

Maria: Acho que é quando eles leem o problema.

Gabi: Acho que seria nas operações matemáticas, não na transformação [de unidades de medida].

Bianca: A compreensão [...]

Maria: A compreensão de cálculos que eles devem fazer, entendeu? Acho que foi nesse sentido.

Antônia: É que, por exemplo, quando eles leem o cálculo, eles têm que decidir qual operação vão fazer, somar, dividir, acho que foi nesse sentido [a dificuldade deles].

Beatriz: Das quatro possibilidades eles acertam.

Alice: Sim, às vezes eles vão tentando todas [as operações], é verdade. Então, seria a compreensão das operações matemáticas a serem realizadas, seria isso, não é?

Maria: É isso.

Alice: As operações matemáticas a serem realizadas, definir se é multiplicação ou divisão, entendi.

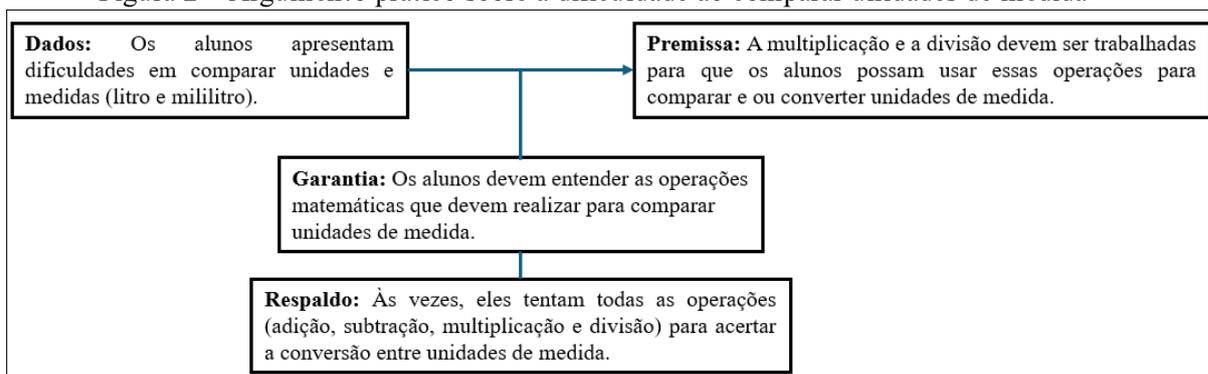
Mateus: A gente falou da questão da multiplicação e da divisão, porque normalmente nas transformações, a gente multiplica ou divide.

Alice: Bom dia Bianca, bem-vinda.

Mateus: Da maior para o menor multiplica e do menor para o maior divide.

Do diálogo anterior, obtém-se o seguinte argumento prático sobre a dificuldade de comparar unidades de medida (Figura 2):

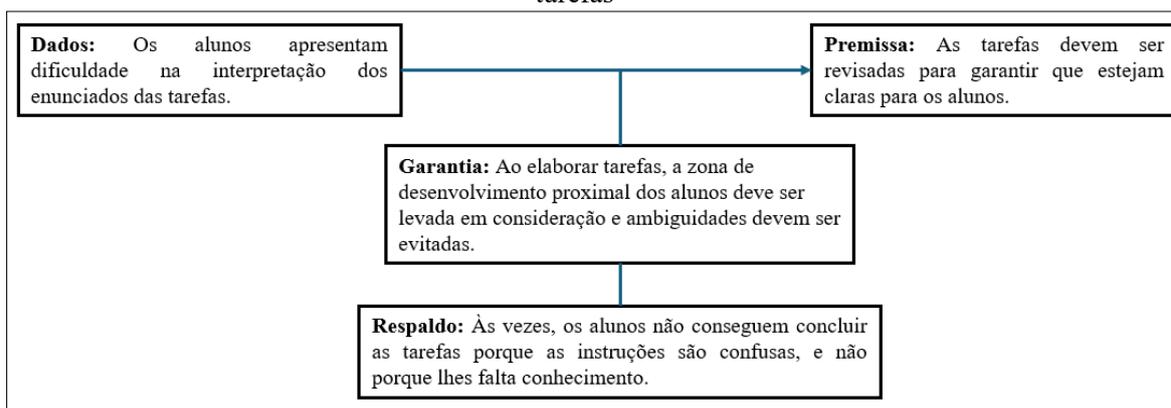
Figura 2 – Argumento prático sobre a dificuldade ao comparar unidades de medida



Fonte: dados da pesquisa

Outra dificuldade identificada pelos participantes é sobre a interpretação que os estudantes fazem sobre os enunciados das tarefas. Os participantes comentaram que, algumas vezes, os estudantes não resolvem as tarefas porque os enunciados são confusos. Nesse sentido, os participantes mencionaram que é necessário revisar as tarefas propostas para verificar se são claras para os estudantes, levando em consideração seus conhecimentos prévios. A partir dessa dificuldade, estrutura-se o seguinte argumento prático (Figura 3):

Figura 3 – Argumento prático sobre a dificuldade de interpretar os enunciados das tarefas



Fonte: dados da pesquisa

5 Discussão dos Resultados

As análises apontam para a emergência de oito dificuldades, nas quais sete delas foram configuradas em sete argumentos práticos. O primeiro refere-se à dificuldade que os alunos têm para trabalhar em equipe. Esse argumento está diretamente relacionado ao critério interacional, em particular ao componente de interação entre os estudantes.

O segundo argumento prático trata da dificuldade que os alunos apresentam para interpretar os enunciados das tarefas. Esse aspecto está relacionado ao critério epistêmico, especificamente ao componente de ambiguidade, uma vez que os participantes buscam evitar confusões nos estudantes. Para isso, propõem revisar possíveis ambiguidades nas tarefas. Por um lado, sugerem a revisão dos enunciados; por outro, consideram o nível cognitivo dos estudantes. Observa-se que esse tipo de dificuldade (relacionada às ambiguidades) é de responsabilidade do professor e deve ser evitado ou controlado (Sol et al., 2024a; Sol et al., 2025a; Sol et al., 2025b).

O terceiro argumento prático aborda a dificuldade dos alunos em comparar unidades de medida, o que se vincula ao critério epistêmico, no componente de representatividade da complexidade da noção que se pretende ensinar. Essa dificuldade pode ser tratada, por exemplo, promovendo atividades em que os alunos experimentem as equivalências de capacidade entre diferentes recipientes (Blanco-Álvarez; Fernández-Oliveras; Oliveras, 2017). Além disso, essa dificuldade impacta o significado da medida, pois tanto a comparação entre unidades, dependendo da magnitude, quanto a conversão entre diferentes unidades dentro de uma mesma magnitude são características centrais desse conceito (Segovia; Castro, 2013).

O quarto argumento prático faz referência à dificuldade dos estudantes em relacionar o contexto da tarefa com a própria tarefa. Esse argumento está associado aos critérios ecológico e epistêmico, uma vez que envolve o uso de um contexto para a realização da tarefa e o trabalho no processo de contextualização. Além disso, considera-se a dificuldade dos estudantes em extrair, do contexto, os dados necessários para a resolução da tarefa — processo conhecido como descontextualização.

O quinto argumento prático trata da dificuldade que os alunos apresentam para comunicar a estratégia de resolução de problemas. Esse aspecto está diretamente vinculado ao critério epistêmico, em particular ao componente de riqueza de processos, uma vez que a dificuldade dos alunos se enquadra no processo de argumentação e comunicação. Essa dificuldade corrobora os achados de Hernández (2016), que aponta que estudantes do Ensino Fundamental têm pouca capacidade para enfrentar tarefas que envolvem argumentação ao abordar o conceito de volume, já que seu pensamento abstrato ainda não está suficientemente desenvolvido.

O sexto argumento prático enfoca a dificuldade dos alunos em compreender que a resolução de um problema pode ser abordada de diferentes maneiras. Esse argumento está relacionado ao critério de idoneidade epistêmica, em particular ao componente de representatividade da complexidade da noção que se deseja ensinar. Na reflexão dos professores, surge a ideia de que os alunos apresentam dificuldades no uso das diferentes estratégias ou representações possíveis para resolver o problema proposto. Além disso, o argumento também se relaciona ao componente de riqueza de processos, pois o objetivo é garantir que os estudantes compreendam a resolução de problemas como um processo central da atividade matemática.

O sétimo argumento prático aponta para a dificuldade que os alunos enfrentam na ativação e no uso de seus conhecimentos prévios. Esse argumento está relacionado ao critério cognitivo, especificamente ao componente de conhecimentos prévios, e busca incentivar os estudantes a utilizarem o que já sabem.

Além disso, os participantes mencionaram a dificuldade dos alunos em compreender a noção prática das medidas de capacidade e suas aplicações na resolução de problemas (oitava dificuldade). No entanto, para essa dificuldade, não foi identificado nenhum argumento prático. Essa problemática está vinculada ao critério epistêmico — em particular, ao processo de contextualização — e ao critério ecológico, no componente de utilidade social e cotidiana das noções matemáticas abordadas.

Essa dificuldade corrobora o que foi apontado por Urrego (2021) sobre a compreensão que os estudantes do Ensino Fundamental demonstram em relação à noção de volume de sólidos, especialmente quando essa é apresentada por meio de tarefas contextualizadas relacionadas ao seu entorno.

Outra possível explicação para essa dificuldade é que a noção de volume é complexa, pois envolve diferentes significados (volume interno, ocupado, deslocado e como número), sendo que o significado dominante no ensino é o de volume como número, refletido no uso de fórmulas (Sáiz, 2003).

6 Conclusões

Como conclusão geral, observa-se que os argumentos práticos estão pautados, em grande medida, pelo critério de idoneidade epistêmica, em particular pelos componentes de representatividade da complexidade e de riqueza de processos. Ou seja, as dificuldades dos alunos que emergem na argumentação dos participantes estão relacionadas a aspectos próprios da matemática.

Outro aspecto interessante observado é que existe uma ação “implícita” na reflexão dos participantes, e que tal ação poderia ser explicitada, desde que se fomentem os processos de argumentação prática nos ciclos de Estudo de Aula (EA). Compreende-se que esse tipo de análise só é possível porque o EA favorece a argumentação coletiva, já que a argumentação prática, no contexto da formação continuada, pode ser potencializada nesse espaço (Richit, 2020; Sol et al., 2024b).

As diferentes dificuldades identificadas e os argumentos práticos propostos corroboram o que foi mencionado por Rieiro-Marín et al. (2019), ao afirmarem que, no Ensino Fundamental, os erros e obstáculos epistemológicos vinculados à aprendizagem de área e volume — como a confusão entre área e perímetro, o uso incorreto das unidades de medida ou a falta de conservação do volume — estão relacionados a dificuldades de ordem cognitiva (sétima dificuldade), epistemológica (segunda, terceira, quarta, quinta, sexta e oitava dificuldade) e didática (primeira dificuldade).

Como limitação deste estudo, destaca-se o fato de que a análise foi conduzida com um número restrito de participantes e em um contexto específico de formação continuada, o que pode limitar a generalização dos resultados para outros contextos educacionais. Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar o escopo da investigação para diferentes redes de ensino e níveis de formação docente, bem como explorar com maior profundidade os efeitos da explicitação dos argumentos práticos nas práticas pedagógicas em sala de aula.

Agradecimentos

Agradecemos: Projeto CNPq pelo financiamento à pesquisa (Processo n. 307153/2023-1); Projeto Ensino e Aprendizagem e Formação de Professores (Resolução Nº 58/CONSUNI CPPGEC/UFFS/202); Projeto de Pesquisa financiado pela Universidade Federal da Fronteira Sul (PES-2024-0137); Projeto PID2021-127104NB-I00 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 e por “ERDF Un camino para hacer Europa”; Projeto I+D+i PID2021-122326OB-I00, financiado/a por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

Referências

AGUAYO, C. G.; MONTORO, Ana Belén. Coherencia en la enseñanza de la medida en ciencias y matemáticas: un análisis comparativo. In: DIAGO, Pascual D.; YÁÑEZ Dionisio F.; GONZÁLEZ-ASTUDILLO, Ma. Teresa; CARRILLO, Dolores. (Eds.). **Investigación en Educación Matemática XXIV**. Valencia: SEIEM, 2021. p. 109–116.

BLANCO-ÁLVAREZ, H.; FERNANDÉZ-OLIVERAS, Alicia; OLIVERAS, María Luisa. Medidas de capacidad volumétrica no convencionales: aportes a la educación primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Sevilla, n. extra, p. 2071–2077, 2017.

BREDA, A.; FONT, V.; PINO-FAN, Luís Roberto. Criterios valorativos y normativos en Didáctica de las Matemáticas: el caso del constructo de idoneidad didáctica. **Bolema**, Rio Claro, v. 32, n. 60, p. 255–278, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a13>. Acesso em: 23 de abr. 2025.

BREDA, A.; PINO-FAN, L. R.; FONT, Vicenç. El conocimiento meta didáctico-matemático de los docentes: criterios de reflexión y evaluación de la práctica docente. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, [S.l.], v. 13, n. 6, p. 1893–1918, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>. Acesso em: 23 de abr. 2025.

BROITMAN, C.; ITZCOVICH, H.. **Matemática: el estudio de la medida**. Buenos Aires: Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2010.

CODINA, A.; ROMERO, I. M.; ABELLÁN, Catalina. Sentido de la medida y magnitud superficie: un experimento de enseñanza con alumnado de primaria. **Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia**, Almería, v. 6, n. 2, p. 28–55, 2017.

FERNÁNDEZ, C.; YOSHIDA, M.; *Estudio de lecciones: un enfoque japonés para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Mahwah: Erlbaum, 2004.

FONT, V.; PLANAS, N.; GODINO, Juan Diaz. Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. **Infancia y Aprendizaje**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 89–105, 2010.

Disponível em: <https://doi.org/10.1174/021037010790317243>. Acesso em: 23 de abr. 2025.

HERNÁNDEZ, E. F.; **Estrategia para la enseñanza de los conceptos de área y de volumen, utilizando como mediadores de aprendizaje el origami y las tecnologías digitales**. 2016. 131f. Disertación (Maestría en Educación) — Universidad de Medellín. Medellín. 2016.

LEWIS, C.; HURD, J.; **Estudio de lecciones paso a paso: cómo las comunidades de aprendizaje de docentes mejoran la instrucción**. Portsmouth: Heinemann Libros Educativos, 2011.

LEWIŃSKI, M.; Argumentación práctica en construcción: construcción discursiva de razones para la acción. In: OSWALD, S.; HERMAN, T.; JACQUIN, J. (Ed.). **Argumentación y lenguaje: exploraciones lingüísticas, cognitivas y discursivas**. Cham: Springer, 2018. p. 219–241.

RICHIT, A; Lesson study in the perspective of teacher educators. **Revista Brasileira de Educação**, Brasília, v. 25, p. 1–24, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-24782020250044>. Acesso em: 23 abr. 2025.

RICHIT, A; TOMKELSKI, M. L.; Meanings of mathematics teaching forged through reflection in a lesson study. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v.18, n. 9, p. 1–15, 2022. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12325>. Acesso em: 24 abr.2025

RIEIRO-MARÍN, I.; OCAÑA, P.; GARCÍA-MOYA, M.; Didactic proposal to overcome the difficulties in the learning of area and volume in Spanish Primary Education students. **Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education**, v. 2, n. 3, p. 150–160, 2019.

SÁIZ, M.; Algunos objetos mentales relacionados con el concepto volumen de maestros de primaria. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, Ciudad de México, v. 8, n. 18, p. 447–478, 2003.

SEGOVIA, I.; DE CASTRO, C.; La estimación y el sentido de la medida. In RICO, Luis; CAÑADAS, María. C.; GUTIERREZ, José; MOLINA, Marta; SEGOVIA, Isidoro. (Org). **Investigación en Didáctica de la Matemática. Homenaje a Encarnación Castro**. Granada: Comares, 2013. p. 43–49.

SOL, T.; BREDÁ, A.; SÁNCHEZ, A.; FONT, V.; SALA-SEBASTIÀ, G.; Argumentación práctica sobre ambigüedades en la valoración del diseño de una unidad didáctica sobre funciones en el marco de un ciclo de Lesson Study. In: ADAMUZ-POVEDANO, N. et al. (Ed.). **Investigación en Educación Matemática XXVII**. Córdoba: SEIEM, 2024a. p. 497–504.

SOL, T.; BREDÁ, A.; RICHIT, A.; SALA-SEBASTIÀ, G.; Critérios de adequação didática emergentes na argumentação prática de futuros pedagogos. **Zetetike**, Campinas, v. 32, e024004, 2024b. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/zet.v32i00.8676234>. Acesso em: 23 de abr. 2025.

SOL, T.; BREDAS, A.; SÁNCHEZ, A.; FONT, V.; SALA-SEBASTIÀ, G.; Criterios de idoneidad didáctica en la argumentación práctica docente al seleccionar problemas para introducir el tema de función. In: JIMÉNEZ-GESTAL, C. et al. (Ed.). *Investigación en Educación Matemática XXVI*. Valencia: SEIEM, 2023a. p. 515–522.

SOL, T.; LEDEZMA, C.; BREDAS, A.; FONT, V.; Criterios de idoneidad didáctica en la argumentación práctica de formadores de profesores de matemática. *Uniciencia*, 2025a (em prensa). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9323>. Acesso em: 23 de abr. 2025a.

SOL, T.; LEDEZMA, C.; SÁNCHEZ, A.; FONT, V.; Teachers' practical argumentation on the teaching of the Pythagorean theorem. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2025b. Artículo individual. <https://doi.org/10.1007/s10763-025-10591-6>

SOL, T.; LUJAMBIO, M.; LARA, N.; FONT, V.; Reflexión docente sobre la enseñanza de la introducción a la derivada en un proceso de instrucción. In: CAVIEDES, S. et al. (Ed.). *Actas del Primer Congreso Internacional de Didáctica de la Matemática*. Osorno: Universidad de Los Lagos, 2023b. p. 197–205.

SOL, T.; SÁNCHEZ, A.; BREDAS, A.; FONT, V.; Didactic suitability criteria in teachers' practical argumentation in the phase of design of a Lesson Study cycle about functions. In: AYALON, M. et al. (Ed.). *Proceedings of the 46th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education – PME 46*. Haifa: PME, 2023c. v. 4, p. 227–234.

TOULMIN, S.; *Los usos del argumento*. 2. ed. Cambridge: Prensa de la Universidad de Cambridge, 2003. (Obra original publicada en 1954).

URREGO, Y. A.; **Propuesta metodológica para la enseñanza-aprendizaje de la geometría mediada por los conceptos de área y volumen a partir del estudio de los polígonos regulares en el grado sexto de la I.E. Dinamarca**. 2021. 80f. Disertación (Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 2021.

Recebido em: 27/05/2025

Aceito para publicação em: 06/08/2025