

**CONHECIMENTO MATEMÁTICO PARA O ENSINO COMO FATOR DE  
DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL***MATHEMATICAL KNOWLEDGE FOR TEACHING AS A FACTOR OF PROFESSIONAL  
DEVELOPMENT OF TEACHERS IN INITIAL TRAINING**EL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO PARA LA ENSEÑANZA COMO FACTOR EN EL  
DESARROLLO PROFESIONAL DE LOS DOCENTES EN FORMACIÓN INICIAL***ELISÂNGELA FOUCHY SCHONS<sup>1</sup>**  
**ELENI BISOGNIN<sup>2</sup>****RESUMO**

Nesse trabalho são apresentados resultados parciais de uma pesquisa que teve como propósito analisar o Conhecimento Matemático para o Ensino de acadêmicos de um curso de Licenciatura em Matemática ao desenvolverem suas atividades de Estágio Curricular Supervisionado. O Conhecimento Matemático para o Ensino é um dos componentes fundamentais para o desenvolvimento profissional de futuros professores. Seguindo os passos da abordagem metodológica da Pesquisa Baseada em Design, foi constituído um grupo de pesquisa que planejou, aplicou e avaliou atividades referentes ao conteúdo de Geometria Espacial para alunos do Ensino Médio. As ações desempenhadas pelos estagiários foram analisadas, segundo categorias e descritores estabelecidos, com o propósito de identificar indícios do Conhecimento Matemático para o Ensino. Pode-se inferir que, as discussões em relação ao Conhecimento Matemático para o Ensino, a escolha das metodologias e materiais utilizados e a posterior reflexão da prática, contribuíram para o desenvolvimento profissional dos professores em formação inicial.

**Palavras-chave:** estágio curricular supervisionado; desenvolvimento profissional; formação inicial de professores.

**ABSTRACT**

*In this work are presented partial results of a research that had as purpose to analyze the Mathematical Knowledge for the Teaching of academics of a degree course in Mathematics when developing their activities in the Supervised Curricular Internship. Mathematical Knowledge for Teaching is one of the fundamental components for the professional development of future teachers. Following the steps of the methodological approach of Design-Based Research, a research group was formed that planned, applied and evaluated activities related to the content of Spatial Geometry for high school students. The actions performed by the trainees were analyzed, according to categories and established descriptors, in order to identify evidence of Mathematical Knowledge for Teaching. It can be inferred that the discussions in relation to the mathematical knowledge of the content, in relation to the choice of methodologies and teaching materials and the subsequent reflection of the practice, contributed to the professional development of teachers in initial training.*

**Keywords:** supervised curricular internship; professional development; initial teacher training.

---

<sup>1</sup> Doutora em Ensino de Ciências e Matemática. Instituto Federal Farroupilha - Campus Júlio de Castilhos. E-mail: elisangela.schons@iffarroupilha.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3366-5212>.

<sup>2</sup> Doutora em Matemática. Universidade Franciscana. E-mail: eleni@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3266-6336>

## RESUMEN

*Este trabajo presenta resultados parciales de una investigación que tuvo como objetivo analizar los Conocimientos Matemáticos para la Enseñanza de académicos de la carrera de Matemáticas al desarrollar sus actividades en la Práctica Curricular Supervisada. El Conocimiento Matemático para la Enseñanza es uno de los componentes fundamentales para el desarrollo profesional de los futuros profesores. Siguiendo los pasos del enfoque metodológico de la Investigación Basada en Design, se conformó un grupo de investigación que planificó, aplicó y evaluó actividades referentes a los contenidos de Geometría Espacial para estudiantes de secundaria. Se analizaron las acciones realizadas por los pasantes, según categorías y descriptores establecidos, con el objetivo de identificar indicios de Conocimiento Matemático para la Enseñanza. Se puede inferir que las discusiones sobre el conocimiento de los contenidos matemáticos, en relación con la elección de metodologías y materiales de enseñanza y la posterior reflexión sobre la práctica, contribuyeron al desarrollo profesional de los docentes en formación inicial.*

**Palabras-clave:** *prácticas curriculares supervisadas; desarrollo profesional; formación inicial del profesorado.*

## INTRODUÇÃO

A formação inicial de professores desempenha um papel crucial na preparação para sua futura atividade profissional. Durante esse processo, os professores adquirem conhecimentos necessários para atuar no ambiente escolar, em relação ao planejamento de aula, a gestão da classe, a avaliação do processo de ensino e aprendizagem, entre outras habilidades. Por esse motivo, o desenvolvimento do conhecimento profissional merece uma atenção especial, pois é durante essa formação que diferentes abordagens de ensino são exploradas, visando criar ambientes escolares que promovam o direito de todos os alunos à aprendizagem.

No caso dos professores de Matemática, Ponte e Chapman (2008) afirmam que é na formação inicial que ocorre uma compreensão mais profunda do processo de como ensinar Matemática e o desenvolvimento da identidade profissional. Segundo os autores, para alcançar um efetivo desenvolvimento do conhecimento matemático e didático, é necessário que a formação inclua atividades que integrem os conteúdos matemáticos com práticas pedagógicas variadas, proporcionando aos futuros docentes experiências que influenciem sua prática futura.

Nos cursos de licenciatura, um componente importante dessa formação é o Estágio Curricular Supervisionado (ECS), que oferece aos licenciandos a oportunidade de colocar em prática seus Conhecimentos Matemáticos para o Ensino. Ao longo da realização dos ECS, os estagiários e seus orientadores se deparam com alunos que frequentemente enfrentam dificuldades em aprender Matemática e veem-na como uma disciplina difícil. Diante disso, os professores em formação devem buscar abordagens inovadoras para tornar o ensino mais acessível e despertar o interesse dos alunos pela Matemática.

Com o intuito de explorar essas questões e colaborar com a formação inicial de professores, foi realizado um estudo de doutorado com acadêmicos de um curso de Licenciatura em Matemática durante o ECS. Para isso, adotou-se a Pesquisa Baseada em Design (PBD) por tratar-se de uma abordagem metodológica cuja aplicação acontece por meio de processos cíclicos de análise, design, implementação e redesign, baseados na complexidade do contexto e na parceria entre pesquisadores e licenciandos.

Neste trabalho apresentar-se-á a análise dos Conhecimentos Matemáticos para o Ensino em Geometria Espacial, de um grupo de licenciandos em Matemática durante o ECS. Para a realização dessa prática, que teve dois ciclos de aplicação e foi composta por seis atividades sobre Poliedros - prismas e pirâmides, os estagiários realizaram encontros de planejamento e avaliação das atividades

e as aplicaram em turmas de Ensino Médio. Todas as etapas da pesquisa foram acompanhadas pela pesquisadora, primeira autora deste artigo e, nesse trabalho, são apresentados resultados parciais dessa pesquisa.

## CONHECIMENTO PROFISSIONAL DOCENTE E O CONHECIMENTO MATEMÁTICO PARA O ENSINO

A profissão docente, assim como outras profissões, é reconhecida pelos saberes próprios, distintos e exclusivos que legitimam o seu exercício. E para tal, segundo Roldão (2007) o saber profissional docente tem de ser construído através de formação, assentado em princípios de teorização (prévia e posterior), tutorização e discussão da ação docente vinda da prática e da observação da prática de outros.

Para Imbernón (2011) o conhecimento profissional se concretiza na realização da prática, e se apoia na análise, na reflexão e na intervenção em situações concretas de ensino e aprendizagem. Assim, o professor desde a sua formação, passa por diferentes etapas da prática docente, sendo cada uma delas provida de características próprias, demonstrando a necessidade de formação permanente, como uma forma de não cair na rotina e perder a profissionalidade da docência.

Lee Shulman e seus colaboradores, interessados em compreender os conhecimentos necessários ao professor para lecionar e com o propósito de melhorar as competências profissionais destes, na década 80, verificaram em suas pesquisas, que havia um desequilíbrio quanto aos conhecimentos do conteúdo e conhecimentos pedagógicos pelos professores, por isso eles criaram o programa “Desenvolvimento do conhecimento no ensino”<sup>3</sup> (SHULMAN, 1986, p. 8). Com esse programa eles desenvolveram um marco teórico que explica e descreve os componentes do conhecimento base para o ensino.

A partir desse estudo, os pesquisadores definiram e distinguiram três tipos de conhecimentos: conhecimento do conteúdo da disciplina, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular. Com o avanço das pesquisas, esses conhecimentos foram reformulados e a ideia do “Conhecimento base para o ensino”<sup>4</sup> foi refinado, delineando sete categorias subjacentes à compreensão do professor e necessárias para promover a compreensão dos alunos.

Para Mizukami (2004), a base do conhecimento para o ensino se compõe de um conjunto de distintos conhecimentos necessários ao professor para a sua atuação profissional. Não é fixa, nem imutável, aprofundando-se com o passar do tempo de experiência profissional, ou seja, esses conhecimentos começam a ser percebidos e trabalhados nos cursos de licenciatura e, aperfeiçoados com a prática docente.

Os trabalhos de Shulman e seus colaboradores serviram como base para pesquisas, em diferentes áreas, sobre o ato de ensinar. Em relação a área de Matemática, Debora Ball e seus colaboradores (2008), preocupados com a formação de professores e os saberes envolvidos na docência, com base nos trabalhos de Shulman, introduziram o conceito de “Conhecimento Matemático para o Ensino”. Nesse conhecimento, a preocupação é com o ensino e tudo que demanda dele, em relação as tarefas realizadas pelo professor e o que ele deve saber e ser capaz de fazer para realizar o ato de ensinar.

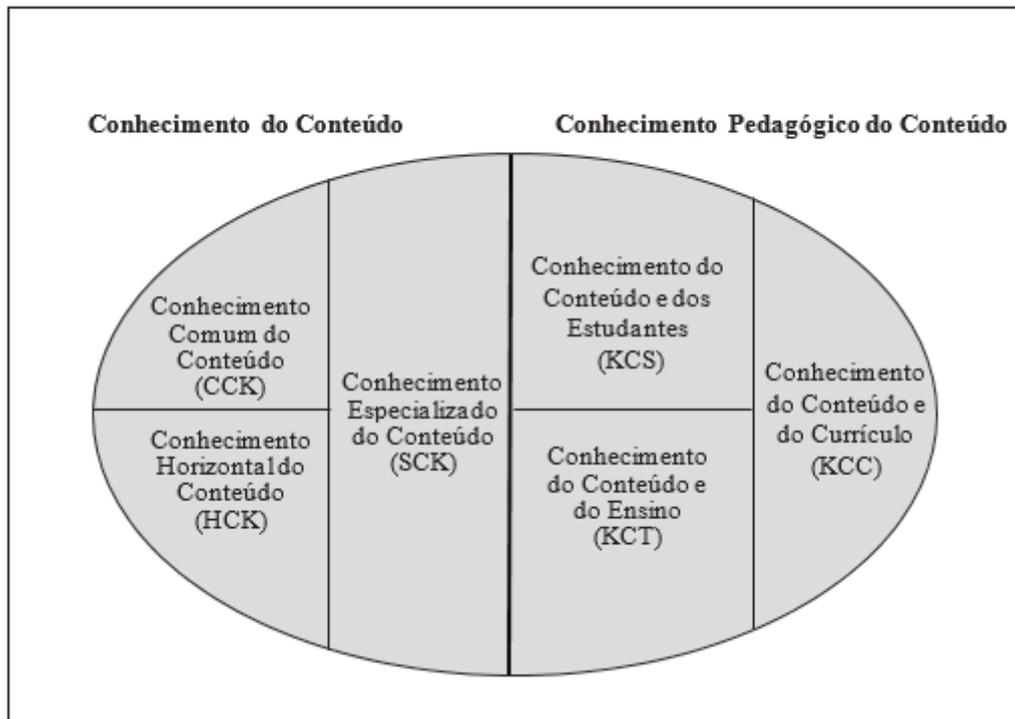
Para tanto, com base nessa prática do professor de Matemática, desenvolveram um modelo teórico - teoria baseada na prática - para investigar os saberes do professor necessários para ensinar. Esse modelo se constituiu a partir de duas categorias propostas por Shulman (1986, 1987):

3 Tradução da autora para a expressão em inglês “Knowledge Growth in Teaching.”

4 Tradução da autora para “knowledge base for teaching”

conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico do conteúdo, sendo que cada uma delas foi subdividida em três subdomínios. Na Figura 1, a seguir, mostra-se o diagrama criado por Ball e seus colaboradores, para representar os subdomínios em relação ao Conhecimento Matemático para o Ensino.

**Figura 1** - Mapa de domínio para o Conhecimento Matemático para o Ensino.



Fonte: Ball *et al.*, 2008.

Adaptado pelas autoras.

Hurrel (2013), a partir do estudo e da análise do trabalho realizado por Ball e seus colaboradores (BALL, THAMES, PHELPS, 2008), organizou uma lista de questões para ilustrar a abrangência de cada um dos subdomínios do Conhecimento Matemático para o Ensino. No Quadro 1, a seguir, são descritas essas questões.

**Quadro 1** - Questões criadas por Hurrel (2013) para ilustrar a abrangência dos subdomínios do Conhecimento Matemático para o Ensino com base em Ball, Thames e Phelps (2008).

Exemplos de domínio	Você é capaz de
Conhecimento Comum do Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calcular uma resposta corretamente?</li> <li>• resolver problemas matemáticos corretamente?</li> <li>• entende a matemática que você ensina?</li> <li>• reconhecer quando um aluno dá uma resposta errada?</li> <li>• reconhecer quando um livro texto é impreciso ou fornece uma definição imprecisa?</li> <li>• usar termos e notações corretamente?</li> </ul>
Conhecimento Especializado do Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apresentar ideias matemáticas?</li> <li>• responder às perguntas dos alunos, os porquês?</li> <li>• encontrar um exemplo para fazer um ponto matemático específico?</li> <li>• reconhecer o que está envolvido no uso de uma representação específica?</li> <li>• vincular representações a ideias subjacentes e a outras representações?</li> <li>• conectar um tópico ensinado a tópicos de anos anteriores ou futuros?</li> <li>• explicar metas e propósitos matemáticos aos pais?</li> <li>• avaliar e adaptar o conteúdo matemático dos livros didáticos?</li> <li>• modificar tarefas para ser mais fácil ou mais difícil?</li> <li>• avaliar a plausibilidade das reivindicações dos alunos?</li> <li>• dar ou avaliar explicações matemáticas?</li> <li>• escolher e desenvolver definições úteis?</li> <li>• usar notação e linguagem matemática e criticar seu uso?</li> <li>• fazer perguntas matemáticas produtivas?</li> <li>• selecionar representações para fins específicos?</li> </ul>
Conhecimento Horizontal do Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fazer conexões entre os tópicos em matemática?</li> <li>• fazer conexões entre as diferentes vertentes da matemática?</li> <li>• articular como a matemática que você ensina se encaixa na matemática que vem depois?</li> </ul>
Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• antecipar o que os alunos provavelmente pensam?</li> <li>• prever o que os alunos acharão interessante e motivador ao escolher um exemplo?</li> <li>• antecipar o que um aluno achará difícil e fácil ao concluir uma tarefa?</li> <li>• ouvir e interpretar as ideias emergentes e incompletas dos alunos?</li> <li>• reconhecer e articular conceitos errôneos que os alunos carregam sobre matemática específica, o conteúdo?</li> </ul>
Conhecimento do Conteúdo e do Ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entender a sequência do conteúdo matemático?</li> <li>• selecionar exemplos para aprofundar o conteúdo matemático dos alunos?</li> <li>• selecionar representações apropriadas para ilustrar o conteúdo?</li> </ul>
Conhecimento do Conteúdo e do Currículo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• articular as vertentes do currículo?</li> <li>• articular as proficiências do currículo de matemática?</li> <li>• articular uma familiaridade com a estrutura do currículo de matemática?</li> </ul>

Fonte: Hurrel (2013, p. 58)

Adaptado pelas autoras.

O aprimoramento do Conhecimento Matemático para o Ensino representa um elemento importante para a melhoria da prática pedagógica. Ao se familiarizarem com os diversos domínios, os educadores têm a oportunidade de consolidar aqueles em que já possuem habilidades e aperfeiçoar aqueles em que podem encontrar dificuldades. Os modelos propostos por Ball et al. (2008) e Hurrel (2013), destinados a ilustrar os subdomínios do Conhecimento Matemático para o Ensino, foram concebidos com o propósito de servir de referência para a reflexão crítica dos professores sobre suas práticas educacionais.

Os momentos de reflexão sobre a prática docente devem acompanhar os professores ao longo de toda a sua carreira, começando na sua formação inicial, durante o curso de licenciatura. Para Ball

e colaboradores, a formação e o desenvolvimento profissional dos professores são fundamentais para proporcionar aos alunos oportunidades de aprender Matemática.

Com base nos estudos apresentados e com o propósito de analisar e colaborar com o aperfeiçoamento dos Conhecimentos Matemáticos para o Ensino, foi desenvolvida essa pesquisa com acadêmicos de um curso de licenciatura, em prática de Estágio Curricular Supervisionado (ECS) de uma instituição de ensino superior do interior do estado do Rio Grande do Sul.

## A PESQUISA

A formação inicial de professores é um aspecto fundamental para o seu desenvolvimento profissional e, por isso, deve ser orientada para a promoção de práticas de ensino que priorizem, no ambiente escolar, o direito de aprender de todos os alunos. Para Fiorentini (2008), se a formação inicial de professores oferecer uma base teórica-científica sólida, apoiada na reflexão e na investigação sobre a prática, ela colaborará com a constituição de professores capazes de produzir e aprimorar os conhecimentos curriculares e de transformar a prática e a cultura escolar.

Por esse motivo é que as vivências do professor, enquanto aluno, têm impacto direto em sua prática docente e, por isso, faz-se necessário que durante o seu processo de formação sejam incluídos momentos de socialização, reflexão e investigação sobre o trabalho em sala de aula. Para Ball e seus colaboradores, a reflexão sobre os Conhecimentos Matemáticos para o Ensino faz-se importante na formação dos professores de Matemática, pois o êxito na aprendizagem profissional não se limita à compreensão pessoal mais abrangente e aprofundada da Matemática, mas, em aprender e encontrar formas de aplicar os conhecimentos e habilidades adquiridos para auxiliar os alunos no aprendizado e na prática da Matemática.

Para Imbernón (2011), o professor durante seu processo formativo, deve adquirir conhecimentos, habilidades e atitudes que contribuam para o desenvolvimento da sua capacidade de interpretar, compreender e refletir sobre a realidade social e à docência. Em relação a promoção de experiências de ensino, que favoreçam a reflexão e o aperfeiçoamento dos conhecimentos pedagógicos e específicos, a Resolução CNE/CP 02/2019, coloca como um dos princípios norteadores da formação dos professores a integração entre a teoria e a prática. Devendo essa integração ocorrer, tanto em relação aos conhecimentos pedagógicos e didáticos, quanto aos específicos da área do conhecimento ou componente curricular a ser ministrado e deve acontecer durante todo o processo de formação do professor, por meio da articulação das competências gerais e específicas da docência.

Entre os componentes ofertados com esse propósito aos acadêmicos dos cursos de licenciatura, destaca-se o Estágio Curricular Supervisionado (ECS). Por meio do ECS o estudante realiza atividades diretamente relacionadas à sua área profissional no ambiente escolar. Por meio desse contato direto com a escola e a prática docente, para a qual está se preparando, o licenciando consegue aprimorar sua compreensão da realidade educacional e do processo de ensino.

Durante a execução do Estágio Curricular Supervisionado, os acadêmicos e seus orientadores frequentemente se deparam com alunos que, em sua maioria, enfrentam dificuldades em aprender Matemática, considerando-a desafiadora e, por vezes, sem compreender completamente o que é ensinado em sala de aula. Conforme observado por Vasconcelos (2000), isso ocorre porque os alunos muitas vezes não conseguem encontrar motivação e prazer em seu estudo, sendo ensinados a memorizar e a reproduzir, mas não a compreender e a explorar. Portanto, torna-se essencial que os professores em formação inicial, durante a realização de seus ECS, busquem abordagens inovadoras

para o ensino dos conteúdos matemáticos, de modo a incentivar seus alunos a desempenharem um papel ativo na construção do conhecimento matemático, despertando e estimulando o prazer em aprender Matemática.

Com o propósito de colaborar com a formação e a prática de futuros professores é que surgiu o interesse em realizar uma pesquisa de doutorado, utilizando os pressupostos teóricos e metodológicos da Pesquisa Baseada em Design (PBD). A referida pesquisa teve por objetivo “Analisar as contribuições da Pesquisa Baseada em Design na construção de conhecimentos para o ensino de Geometria Espacial por estagiários de um curso de Licenciatura em Matemática”.

Participaram dela, acadêmicos da Licenciatura em Matemática, de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF) da região central do estado do Rio Grande do Sul, que estavam realizando ECS em turmas do Ensino Médio, no conteúdo de Geometria Espacial.

A decisão em trabalhar com Geometria Espacial foi motivada pelo fato de que, entre os temas que os licenciandos poderiam abordar durante o ECS de regência, esse em particular gerava tanto insegurança quanto entusiasmo. Insegurança, pois muitos consideravam esse conteúdo desafiador e questionavam sua capacidade de ensiná-lo, e entusiasmo, pois a Geometria oferece oportunidades para o desenvolvimento de habilidades como experimentação e argumentação, além de permitir a utilização de diversos recursos e metodologias.

A escolha da Pesquisa Baseada em Design (PBD) decorreu por ser uma abordagem metodológica que integra a investigação ao desenvolvimento de intervenções pedagógicas em ambientes reais de aprendizagem, com o intuito de oferecer insights sobre o processo de ensino e aprendizagem e promover melhorias nas práticas educativas. Na PBD, os praticantes, neste caso, os estudantes em formação e os pesquisadores, trabalham de forma interativa por meio de um grupo de pesquisa, que planeja as atividades a serem realizadas e, conforme sua aplicação, fazem ajustes através do estudo das características e necessidades encontradas.

A metodologia ocorre em ciclos, os quais podem ser ajustados ao longo de todo o processo e, após cada feedback, as próximas intervenções são repensadas. Segundo Reeves (2000), ela é dividida em quatro fases, as quais podem não seguir uma sequência linear, mas contribuem para a compreensão e análise do processo de desdobramento de uma pesquisa. A Figura 2, a seguir, traz o esquema proposto por Reeves (2000) para as fases do processo iterativo da Pesquisa Baseada em Design.

**Figura 2** - Fases do processo iterativo proposto por Reeves para a pesquisa Baseada em Design.



Fonte: REEVES, 2000.

Adaptado pelas autoras.

Inicialmente, para a realização da pesquisa, organizou-se o grupo de pesquisa, que segundo Gravemeijer e Cobb (2013), pode ser composto por um ou mais pesquisadores incluindo o professor da turma e terá por responsabilidade o processo de aprendizagem de um grupo de alunos por um determinado período. Participaram desse grupo, além da pesquisadora, sete licenciandos e, como colaboradoras, a professora orientadora da pesquisa de doutorado e a professora orientadora de estágio dos acadêmicos. Destes licenciandos, dois participaram apenas da primeira aplicação e um apenas da segunda, os demais participaram dos dois momentos, como observadores na primeira e professores estagiários na segunda fase. Para definir o problema educativo a ser analisado o grupo pesquisou sobre os conteúdos que são estudados no Ensino Médio e verificou que o estudo e a aprendizagem de Geometria Espacial demonstrava ser um assunto relevante, visto que muitos alunos têm dificuldades em aprendê-lo.

As demais fases foram desenvolvidas durante a realização da pesquisa e constituíram os momentos para análise. Assim, na fase de desenvolvimento, o grupo de pesquisa definiu a sequência de seis atividades sobre prismas e pirâmides para serem desenvolvidas com os alunos do Ensino Médio. Essas atividades foram planejadas e testadas em encontros semanais de formação. Na sua elaboração foram usados recursos materiais e tecnológicos com a intenção de prover a descoberta e o envolvimento dos alunos nas situações apresentadas e a aprendizagem dos conteúdos estudados. No quadro 2, abaixo, são apresentadas as atividades planejadas.

**Quadro 2** - Atividades sobre prismas e pirâmides planejadas, aplicadas e avaliadas pelo grupo de pesquisa.

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
Reconhecimento de prismas e pirâmides	Objetivo: Reconhecer prismas e pirâmides através da exploração de embalagens e do agrupamento por semelhança. Diferentes embalagens na forma de prismas e pirâmides foram apresentadas aos alunos para que eles, a partir da manipulação e observação, as agrupem por semelhança e, definam prisma e pirâmide.
Exploração de prismas e pirâmides	Objetivo: Reconhecer os sólidos geométricos planejados e montados, identificando suas características e calculando sua área. De posse de duas embalagens, uma planejada e a outra montada, os estudantes em grupo, a partir da observação, fizeram representações, identificaram os elementos e, calcularam a área destas.
Área de prismas	Objetivo: Calcular a área de prismas através da identificação de seus elementos e da aplicabilidade de cada um deles no cálculo de sua área. Foi apresentada, aos estudantes, uma situação-problema que envolvia o cálculo de área de um prisma e eles, em grupo, a resolveram. Após, foram feitas as apresentações e a discussão dos resultados encontrados, como foram encontrados e o conteúdo que foi abordado.
Área de pirâmides	Objetivo: Calcular a área de pirâmides através da identificação de seus elementos e da aplicabilidade de cada um deles no cálculo de sua área. Assim como na atividade de área de prisma, foi apresentada, aos estudantes, uma situação-problema que envolvia o cálculo de área. Depois dos alunos tentarem resolver a situação-problema, o conteúdo foi sistematizado.
Volume de prisma e pirâmide	Objetivo: Compreender o cálculo de volume de prisma e pirâmide, com o auxílio de material manipulável. Cada grupo de estudantes recebeu dois sólidos, um prisma e uma pirâmide, para manipular, observar suas características, calcular a área e seu volume.
Volume de prisma e pirâmide - Princípio de Cavalieri	Objetivo: Proporcionar aos estudantes, por meio da experimentação e da visualização, situações para a compreensão de que, dois sólidos de mesmo tipo e com áreas da base e alturas iguais, possuem o mesmo volume. Com o uso de um vídeo, do software GeoGebra e de materiais manipuláveis, os estudantes verificaram o Princípio de Cavalieri e a sua utilização no cálculo de volume de sólidos.

Fonte: Autoras.

A intervenção, que é a avaliação e teste do artefato na prática, teve duas aplicações. Segundo Matta, Silva e Boaventura (2014, p.31), um estudo de PBD “[...] deve ter dois ou mais ciclos de aplicação, os quais vão, a partir da análise da aplicação anterior, provocar alterações e refinamentos na intervenção proposta...”. Nesse contexto, as considerações feitas na primeira aplicação foram utilizadas no redesign do artefato para a segunda aplicação.

E, a fase de análise retrospectiva, destinada a elaborar princípios de design, que acontece a partir da avaliação da intervenção, teve como propósito potencializar o artefato. Essa avaliação foi feita após cada encontro dos estagiários com os alunos do Ensino Médio. Durante a reunião, os componentes do grupo de pesquisa avaliavam a atividade aplicada destacando os aspectos positivos e identificando o que podia ser melhorado, com o objetivo de garantir a eficácia do artefato no processo de aprendizagem do conteúdo abordado.

Sendo assim, para a primeira aplicação, o grupo de pesquisa elaborou o design do artefato pedagógico e dois dos componentes do grupo o utilizaram, pela primeira vez, em suas turmas de Estágio Curricular Supervisionado. Tal aplicação aconteceu junto a alunos de duas turmas do primeiro ano do curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio da instituição.

A segunda aplicação ocorreu também em duas turmas do curso Técnico em Agropecuária, mas desta vez com a participação de duas duplas de estagiários e de forma remota. Para essa aplicação, além das mudanças sugeridas durante a avaliação da primeira aplicação, também, foi necessário repensar os recursos e metodologias a serem usadas no modo virtual.

A partir do acompanhamento dos estagiários, das observações realizadas e tendo como base os estudos sobre o desenvolvimento profissional, os dados coletados foram analisados a fim de verificar quais os Conhecimentos para o Ensino de Matemática os acadêmicos, futuros professores, possuem e quais podem ser melhorados.

## **CONHECIMENTO MATEMATICO PARA O ENSINO E A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES EM ESTAGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO**

A análise dos domínios do Conhecimento Matemático para o Ensino dos estagiários, em cada uma das aplicações da pesquisa, foi feita usando as categorias definidas por Ball, Thames e Phelps (2008) e os indicadores criados pelas autoras, a partir das questões propostas por Hurrell (2013). Esses indicadores são apresentados no Quadro 3, a seguir.

## Quadro 3 - Conhecimentos para o ensino de Matemática e seus indicadores

CONHECIMENTO	INDICADORES
Conhecimento Comum do Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resolver corretamente os exercícios e problemas matemáticos propostos;</li> <li>- entender o conteúdo que vai ensinar;</li> <li>- reconhecer as imprecisões dos livros texto;</li> <li>- reconhecer quando um aluno dá uma resposta errada;</li> <li>- usar termos e notações matemáticas corretamente.</li> </ul>
Conhecimento Especializado do Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reconhecer o que é importante no conteúdo a ser ensinado aos alunos;</li> <li>- propor exemplos e exercícios que colaborem com a aprendizagem do conteúdo de Poliedros;</li> <li>- conectar um tópico ensinado a tópicos de anos anteriores ou futuros;</li> <li>- adaptar o conteúdo matemático dos livros didáticos a realidade de seus alunos;</li> <li>- modificar tarefas para que estas colaborem com a aprendizagem dos alunos;</li> <li>- reconhecer o que está envolvido no raciocínio matemático dos alunos;</li> <li>- explicar o conteúdo de diferentes formas para que seja melhor compreendido pelos alunos;</li> <li>- resolver tarefas usando diferentes procedimentos (intuitivo; formal);</li> <li>- analisar os erros apresentados pelos alunos e como saná-los;</li> <li>- verificar se os exemplos e exercícios utilizados contribuíram para o entendimento do conteúdo de Poliedros.</li> </ul>
Conhecimento Horizontal do Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fazer conexões entre os tópicos da Geometria Plana com a Geometria Espacial;</li> <li>- conectar o tópico ensinado a tópicos que foram e serão estudados;</li> <li>- identificar possíveis generalizações da tarefa;</li> <li>- verificar os conteúdos matemáticos que podem ser aprofundados para colaborar com os estudos futuros;</li> <li>- reconhecer distorções matemáticas ou elementos que podem causar confusão.</li> </ul>
Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- antecipar o pensamento dos alunos sobre o conteúdo estudado;</li> <li>- escolher exemplos que mobilizem os conhecimentos dos alunos e desenvolvam um ambiente motivador e interessante;</li> <li>- verificar a aceitação e compreensão dos alunos quanto às atividades desenvolvidas;</li> <li>- interpretar as ideias emergentes e incompletas dos alunos;</li> <li>- reconhecer os conceitos errôneos que os alunos carregam sobre prismas e pirâmides;</li> <li>- analisar o desempenho dos estudantes.</li> </ul>
Conhecimento do Conteúdo e do Ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- escolher a metodologia e os recursos manipuláveis e computacionais a serem utilizados no desenvolvimento das atividades;</li> <li>- selecionar exemplos do conteúdo de Poliedros para aprofundar a aprendizagem dos alunos;</li> <li>- aproveitar as intervenções dos estudantes para ilustrar o conteúdo;</li> <li>- analisar o desenvolvimento de suas aulas;</li> <li>- verificar se as metodologias utilizadas foram eficientes.</li> </ul>
Conhecimento do Conteúdo e do Currículo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- saber como o tema de Poliedros se relaciona com outros temas matemáticos e de outras disciplinas,</li> <li>- utilizar dos diferentes recursos manipuláveis e computacionais;</li> <li>- verificar se os materiais e recursos computacionais utilizados foram eficientes para o processo de ensino e aprendizagem.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Hurrel (2013).

Nessa análise, em cada atividade, em cada uma das aplicações, foram selecionados dois conhecimentos para serem apresentados e discutidos. Essa seleção foi baseada nas observações da pesquisadora acerca dos indicadores propostos que foram mais proeminentes durante o desenvolvimento das etapas da pesquisa. No entanto, isso não implica que os outros conhecimentos não tenham sido percebidos, pois, conforme colocam Ball e seus colaboradores (2008, p. 403), “[...] quando perguntamos sobre as situações que surgem no ensino que exigem que os professores usem matemática, descobrimos que algumas situações podem ser gerenciadas usando diferentes tipos de conhecimento”<sup>5</sup>. Assim, a percepção de qual conhecimento está sendo utilizado depende da

<sup>5</sup> Tradução das autoras para “As we ask about the situations that arise in teaching that require teachers to use mathematics, we find that some situations can be managed using different kinds of knowledge”.

perspectiva de quem observa. Portanto, em cada uma das atividades, buscou-se analisar e compreender aqueles que eram mais evidentes aos olhos da pesquisadora no momento de observação.

Neste trabalho será apresentado um recorte da análise realizada. Para isso, cada um dos Conhecimentos Matemáticos para o Ensino será vinculado a uma das atividade em que foi verificado, destacando os indicadores e os indicativos utilizados e a razão dessa escolha.

O Conhecimento Comum do Conteúdo, segundo Ball e seus colaboradores (2008) permeia diversas atividades, não se limitando apenas ao contexto do ensino. No entanto, sua importância se torna mais visível quando o professor demonstra familiaridade com os conteúdos que vai ensinar. Este conhecimento esteve presente em todas as atividades, uma vez que os estagiários demonstraram compreender a Matemática que iriam ensinar.

Na atividade 2, Exploração de Prismas e Pirâmides, esse conhecimento se evidenciou quando, durante a reunião de planejamento, os estagiários definiram o conteúdo matemático que desejavam que seus alunos aprendessem e discutiram as estratégias para garantir a efetivação desse aprendizado. Em outras palavras, eles elaboraram os diferentes momentos da atividade, vivenciando-os a partir da exploração das embalagens.

Quando, na aplicação da atividade, os estagiários identificaram as dificuldades manifestadas pelos alunos por meio de respostas incorretas e as corrigiram, usando terminologias e notações matemáticas para demonstrar a maneira correta de representar um sólido geométrico e calcular a sua área esse conhecimento também se fez presente. Um exemplo disso ocorreu quando uma aluna fez a planificação de um tetraedro com três faces e a estagiária, responsável pela turma, conversou com ela sobre sua representação, não apontando o erro diretamente, mas sim colaborando com sua compreensão, inclusive destacando a relação entre o nome do sólido e a quantidade de faces. No Quadro 4, a seguir, são descritos os indicativos observados.

**Quadro 4** - Indicadores e indicativos do Conhecimento Comum do Conteúdo observados na primeira aplicação da atividade de Exploração de Prismas e Pirâmides

INDICADORES	INDICATIVOS
entender a Matemática que vai ensinar;	<i>“Eles sabem calcular a área de figuras planas, já aprenderam e nós revisamos. Então, como os sólidos estarão planificados, eles conseguirão perceber quais os polígonos que formam as suas faces e saberão calcular a área de cada um deles. Podemos pedir para que eles calculem o quanto de material foi gasto para construir a embalagem e, no final da atividade, conversamos sobre”.</i>
reconhecer quando um aluno dá uma resposta errada;	A estagiária aproveitou para mostrar a essa aluna, quando foram fazer a classificação, a relação entre o nome do sólido e a quantidade de faces (tetraedro - quatro faces).
usar termos e notações matemáticas corretamente.	<i>“Vamos organizar um pouquinho a tua fala... como se chamam esses lados do sólido?”</i>

Fonte: Autoras

Sobre o Conhecimento Especializado do Conteúdo, pode-se evidenciar a primeira atividade realizada pelos estagiários: Reconhecimento de Prismas e Pirâmides. No planejamento e aplicação da atividade, alguns indicadores relacionados a esse conhecimento foram constatados. O quadro 5, a seguir, apresenta esses indicadores e os seus indicativos.

**Quadro 5** - Indicadores identificados na primeira aplicação da atividade de Reconhecimento de Prismas e Pirâmides.

INDICADORES	INDICATIVOS
reconhecer o que é importante no conteúdo a ser ensinado aos alunos	“Dessa forma os alunos poderão manusear as embalagens e verificar as características de cada uma delas. Acho que a partir do manipulável, fica mais fácil de visualizar o que está sendo estudado”.
propor mudança de tarefas para melhorar a compreensão dos estudantes	“A aula tradicional, quadro e giz, é mais fácil”.
propor metodologias, exemplos e exercícios que colaborem com a aprendizagem dos conteúdos estudados	“Será que daria para fazer a partir de uma investigação?”
reconhecer o que está envolvido no raciocínio matemático dos alunos	“Acho que as embalagens poderiam ser mais exploradas. Deu para perceber, também, que quando eles foram perguntados sobre os sólidos oblíquos, tiveram dúvidas, o que melhorou com a discussão. Acho que depois disso, eles conseguiram entender as características de cada um”.

Fonte: Autoras.

Nesta atividade, os estagiários, durante o planejamento, demonstraram preocupação com o desenvolvimento da aula e, especialmente, com a aprendizagem dos alunos. Isso é evidenciado pelo fato de que um deles, inicialmente, propôs manter a metodologia utilizada pela professora da turma, a fim de evitar mudanças na abordagem já familiar aos alunos do Ensino Médio. No entanto, a outra estagiária optou por uma abordagem investigativa, na qual a participação ativa dos alunos seria fundamental.

A proposta de adotar uma metodologia que promovesse o envolvimento dos alunos na atividade foi aceita pelo grupo de pesquisa. Por essa razão, decidiu-se trabalhar com a metodologia de Investigação Matemática utilizando embalagens, as quais os alunos seriam solicitados a agrupar por semelhança e, a partir desses agrupamentos, os conceitos de prismas e pirâmides seriam explorados pelos estagiários.

No dia da aplicação da atividade, a maioria dos alunos participou, separando as embalagens e expressando seus pensamentos. No entanto, observou-se que os estagiários não estavam completamente seguros em relação ao modelo de aula proposto, pois, nessa metodologia, os alunos devem conjecturar sobre o que é solicitado, apresentar e discutir suas ideias, e o professor deve conduzir a aula com base nas discussões dos alunos. Conforme apontado por Ball e Bass (2003), os professores enfrentam dificuldades ao ensinar um conteúdo quando não têm certeza ou não estão familiarizados com ele.

Por isso, acredita-se que a insegurança demonstrada pelos estagiários, pode estar relacionada à falta de prática deles com a metodologia. Esta foi a primeira vez que a utilizaram em uma aula, o que ficou evidente pelas intervenções durante a atividade, que não permitiram muito tempo para que os alunos pensassem e expressassem suas ideias. Ao término da aula, um dos estagiários afirmou: «a aula tradicional, com quadro e giz, é mais fácil».

Apesar disso, eles demonstraram estar em processo de desenvolvimento do Conhecimento Especializado do Conteúdo, pois foram capazes de reconhecer a importância do conteúdo a ser ensinado e propor mudanças na metodologia de ensino adotada, aceitando trabalhar com a abordagem metodológica da Investigação Matemática para aprimorar a compreensão do conteúdo pelos alunos.

Eles buscaram compreender o raciocínio matemático dos alunos e melhorar a compreensão do conteúdo por meio de questionamentos que pudessem ser matematicamente produtivos, além de planejar mudanças para futuras aplicações da atividade.

O Conhecimento Horizontal do Conteúdo, conforme descrito por Ball e Bass (2009), é demonstrado por um professor quando ele consegue conectar o conteúdo a ser ensinado com outros conteúdos previamente estudados e, a partir da realidade de seus alunos, identificar quais tópicos podem ser aprofundados e quais interpretações errôneas de conceitos matemáticos podem ser corrigidas. Esse conhecimento foi observado na atividade 3, que abordou a área de um prisma e, os indicadores e indicativos verificados são apresentados no Quadro 6, a seguir.

**Quadro 6** - Indicadores analisados na atividade de Área de Prisma durante a primeira aplicação.

INDICADORES	INDICATIVOS
fazer conexões entre os tópicos da Geometria Plana e Geometria Espacial;	<i>“Como vocês já disseram, todos os conhecimentos necessários para a solução do problema eles têm. Então, vamos deixá-los fazer e vamos acompanhando, ajudando, interferindo só o necessário”.</i>
verificar os conteúdos matemáticos que podem ser aprofundados para colaborar com os estudos futuros;	<i>“Eles terão de fazer um cálculo de porcentagem também...” “Mas é tranquilo porque eles sabem... se não lembrarem a gente ajuda.”</i>
reconhecer distorções matemáticas ou possíveis elementos que podem causar confusão.	<i>“Vocês têm certeza? Será que isso não é válido só quando temos uma multiplicação?”</i>

Fonte: Autora.

De acordo com o quadro acima, a identificação do Conhecimento Horizontal do Conteúdo nas atitudes e expressões dos estagiários foi evidente. Ao selecionar a situação-problema, eles reconheceram a conexão entre o conteúdo de Geometria Espacial a ser estudado e o de Geometria Plana, percebendo que este último já havia sido abordado através do cálculo das áreas dos polígonos. Além disso, identificaram a oportunidade de aprofundar o conteúdo de porcentagem, mostrando que esta pode ser calculada, não apenas por meio da regra de três, mas, também, por meio da multiplicação utilizando números decimais.

Durante a aplicação da atividade em sala de aula, uma situação merece destaque. Enquanto uma estagiária estava construindo com seus alunos o cálculo das diagonais do paralelepípedo, ela percebeu que os alunos tinham concepções equivocadas sobre a simplificação de radicais. Esta dificuldade inesperada exigiu que a estagiária rapidamente pensasse em uma abordagem para corrigir essa compreensão errônea.

Nesse contexto, a estagiária demonstrou o Conhecimento Horizontal do Conteúdo ao perceber as respostas dos alunos e reconhecer que eles tinham uma compreensão equivocada sobre a simplificação de radicais. Mais importante ainda, ela identificou a necessidade de ajudá-los a desfazer esse entendimento incorreto e a construir o conceito corretamente.

Na atividade 5, Volume de Prismas e Pirâmides, o Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes foi o analisado a partir dos indicadores apresentados no Quadro 7, abaixo.

## Quadro 7 - Indicadores do Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes analisados na segunda aplicação da atividade de Volume de Prismas e Pirâmides.

INDICADORES	INDICATIVOS
antecipar o pensamento dos alunos sobre o conteúdo estudado;	<i>“Muito bom, professora, gostei. Acredito que os alunos também ficarão empolgados, irão querer encontrar o resultado logo”.</i>
escolher exemplos que mobilizem os conhecimentos dos alunos e desenvolvam um ambiente motivador e interessante;	<i>“Eu pensei que, para estudar a relação entre a capacidade e o volume, podemos fazer uso de uma caixinha de leite vazia, porque isso eles têm em casa. Daí podíamos pedir para eles medirem as arestas, altura, calcular o volume e, depois, verificar que o volume da caixinha é um litro. Fazer a relação entre o e o ml, estudar as unidades de medida”.</i>
interpretar as ideias emergentes e incompletas dos alunos.	<i>“Isso aí. O prisma vai reto e a pirâmide vai afinando, vai perdendo área, massa e, conseqüentemente, volume. E como vocês falaram, o volume é um cálculo que depende da área para ser realizado. Por isso, vamos ter que pensar como achar o da pirâmide”.</i>

Fonte : Autoras.

O Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes, como delineado por Ball, Thames e Phelps (2008), está centrado na intersecção entre o ensino e o aluno. Isso implica que o professor deve se colocar no lugar do aluno, antecipando seu processo de pensamento em relação ao conteúdo estudado, selecionando exemplos motivadores e cativantes que despertem o interesse do aluno pelo assunto. Além disso, esse conhecimento envolve a habilidade de interpretar as ideias emergentes e os conceitos errôneos que os alunos possam ter, a fim de abordá-los e resolvê-los.

Nesta atividade, os estagiários refinaram esse domínio ao precisarem adaptá-la para uma versão online da aula. Eles se empenharam em buscar propostas de problemas que pudessem captar a atenção dos alunos e incentivá-los a se envolver na resolução dos desafios apresentados.

Durante a aplicação da atividade, os estagiários enfrentaram o desafio de formular perguntas que auxiliassem os alunos a compreender o conteúdo e interpretar as respostas fornecidas por eles. Essa abordagem permitiu que os estagiários esclarecessem dúvidas e auxiliassem os alunos na compreensão dos cálculos de volume de prismas e pirâmides.

O Conhecimento do Conteúdo e do Ensino tem como característica a “interação entre o entendimento matemático específico e o entendimento das questões pedagógicas que afetam o aprendizado do aluno”<sup>6</sup> (BALL et al., 2008, p. 401). Ele foi identificado e analisado nas duas aplicações da atividade 4, Área de Pirâmide. No Quadro 8, a seguir, são apresentados os indicadores e indicativos analisados durante a segunda aplicação da atividade.

<sup>6</sup> Tradução da autora para “interaction between specific mathematical understanding and an understanding of pedagogical issues that affect student learning”.

## Quadro 8 - Indicadores e indicativos analisados na segunda aplicação da atividade de Área de Pirâmide.

INDICADORES	INDICATIVOS
escolher a metodologia e os recursos manipuláveis e computacionais a serem utilizados no desenvolvimento das atividades;	<i>“Acho que podemos fazer no PowerPoint a construção da pirâmide, ir mostrando parte por parte”. “Também acho interessante usarmos o GeoGebra para dar movimento à pirâmide e eles verem os elementos que fazem parte dela”.</i>
selecionar exemplos do conteúdo de Poliedros para aprofundar a aprendizagem dos alunos;	<i>“Essa questão é semelhante as questões do Enem, vestibular e, por isso, é bem importante que a gente trabalhe com esse tipo de questão”.</i>
verificar se as metodologias utilizadas foram eficientes.	O grupo concluiu que a atividade é pertinente para a introdução do conteúdo de pirâmide e que para uma nova aplicação, ela pode continuar nos mesmos moldes.

Fonte: Autoras.

Na primeira aplicação, ao analisar o desenvolvimento da atividade, o grupo de pesquisa apontou seus pontos positivos e negativos e propôs modificações para a segunda aplicação, incluindo o uso mais ativo de materiais manipuláveis, trabalho em grupo e a integração do software GeoGebra.

Como a segunda aplicação ocorreu no modelo remoto de ensino, não foi possível aplicar as mudanças propostas. No entanto, o grupo optou por manter a mesma situação-problema introdutória, pois ela se assemelha a questões frequentemente encontradas em exames de admissão e requer compreensão dos dados fornecidos e do que é solicitado para a sua resolução. Para facilitar o estudo, decidiram utilizar recursos tecnológicos, como uma apresentação em PowerPoint criada por eles mesmos, e de gravação da resolução usando dispositivo móvel.

Ao reconhecer a importância da questão para a aprendizagem dos alunos, ponderar sobre as vantagens e desvantagens do seu estudo para a introdução do conteúdo de área de pirâmide e selecionar os recursos mais adequados para explicar e demonstrar as informações concedidas, os estagiários manifestaram o Conhecimento do Conteúdo e do Ensino.

Quando os professores utilizam de diferentes recursos manipuláveis e computacionais em suas aulas e conseguem verificar se esses recursos foram eficientes no processo de ensino e aprendizagem, diz-se que eles têm Conhecimento do Conteúdo e do Currículo. Pois, segundo Ball, Thames e Phelps (2008), esse conhecimento abrange todos os programas e materiais projetados para ensinar determinado conteúdo, bem como a importância de o professor conseguir relacioná-lo a outros conteúdos estudados e avaliá-lo ao término da sua aplicação.

Na atividade sobre o Princípio de Cavalieri, os estagiários demonstraram indícios desse conhecimento ao escolherem cuidadosamente os materiais a serem utilizados para apresentar o conteúdo. Além de um vídeo explicativo, eles recorreram ao software GeoGebra, uma apresentação gráfica e a materiais concretos (livros empilhados). Esses recursos foram selecionados com o intuito de facilitar a compreensão e visualização do assunto em estudo. Durante a avaliação da atividade, os estagiários verificaram a eficácia dos materiais utilizados, concluindo que estes cumpriram com o seu propósito. Analisaram, também, o desempenho dos alunos, observando que eles participaram do desenvolvimento da atividade, mas que poderiam ter demonstrado mais curiosidade, engajamento e questionamentos. O Quadro 9, a seguir, apresenta os indicadores e indicativos relativos a atividade 6, Princípio de Cavalieri, que foram selecionados para análise.

## Quadro 9 - Indicadores e indicativos analisados na segunda aplicação da atividade de Volume - Princípio de Cavalieri.

INDICADORES	INDICATIVOS
utilizar dos diferentes recursos manipuláveis e computacionais;	<p><i>“Vamos tentar fazer a pilha com livros iguais, mas se não der, pode ser assim mesmo. Podemos usar o GeoGebra também”.</i></p> <p><i>“Definimos volume, fizemos a experiência para mostrar o Princípio de Cavalieri, apresentamos o vídeo e conversamos sobre ele e sobre o princípio”.</i></p>
verificar se os materiais e recursos computacionais utilizados foram eficientes para o processo de ensino e aprendizagem.	<p><i>“Durante a graduação, a gente fala sobre o uso de metodologias diferentes. Por isso, eu acho que o melhor é a gente usar, até para mim a forma como a gente trabalhou facilitou a visualização de algumas coisas e não vou mais esquecer. Na escola a gente sabe que os recursos tecnológicos são um pouco mais difíceis, porque nem sempre as escolas têm a disponibilidade dos materiais. Então, nós vamos ter que pensar em usar de material impresso e objetos, conforme foi na primeira aplicação. Fazer adaptações”.</i></p>

Fonte: Autoras.

Com a apresentação dessas atividades percebe-se a importância desses momentos de trabalho colaborativo para a formação dos professores. O grupo de pesquisa constituído trabalhou junto, antes e durante a realização dos ECS de regência, planejando e experimentando as atividades previamente. Essa abordagem de trabalho ajudou os licenciandos a se sentirem mais preparados para a execução de cada uma delas, permitindo-lhes também analisar criticamente as atividades e propor ajustes visando uma contribuição mais eficaz para a aprendizagem dos alunos do Ensino Médio em futuras aplicações. O acompanhamento dos estagiários pela pesquisadora possibilitou a observação de como os Conhecimentos Matemáticos para o Ensino estavam sendo desenvolvidos e aprimorados por cada um deles.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa abordada neste trabalho seguiu as fases da Pesquisa Baseada em Design e teve dois ciclos de aplicação do artefato pedagógico elaborado. O objetivo desses ciclos, foi acompanhar o progresso profissional dos estagiários e aprimorar o artefato para sua utilização por outros professores e pesquisadores.

Durante as duas aplicações da pesquisa, os Conhecimentos Matemáticos para o Ensino foram observados, com alguns se destacando mais em cada uma das atividades. Na fase de planejamento do artefato pedagógico, os Conhecimentos Comum, Especializado e, do Conteúdo e do Ensino, foram os mais proeminentes, visto que os estagiários precisaram resolver os exercícios e os exemplos que seriam propostos sobre Geometria Espacial, expor suas dúvidas e compreensão dos conteúdos que seriam estudados, bem como, das metodologias, materiais e recursos a serem utilizados.

Na fase de aplicação do artefato, os conhecimentos Comum e Especializado do Conteúdo foram novamente predominantes, já que os estagiários assumiram a regência das turmas e precisaram, principalmente, saber e ensinar Matemática de forma compreensível para os alunos do Ensino Médio.

Já na fase de avaliação do artefato os Conhecimentos do Conteúdo e dos Estudantes, do Conteúdo e do Ensino e do Conteúdo e do Currículo, foram os mais evidentes, refletindo a preocupação dos estagiários com a aprendizagem e o interesse dos alunos do Ensino Médio.

O trabalho em equipe, facilitado pelo grupo de pesquisa, permitiu o planejamento conjunto, a discussão e a troca de ideias, além de fornecer suporte para o desenvolvimento e implementação das atividades. Essa abordagem colaborativa promoveu o desenvolvimento dos Conhecimentos Matemáticos para o Ensino dos estagiários, fortalecendo suas habilidades de planejamento, aplicação e análise de atividades educacionais.

Sendo assim, conclui-se que a utilização dessa forma de trabalho com professores em formação inicial, tendo como abordagem metodológica a Pesquisa Baseada em Design proporcionou a eles uma experiência reflexiva e colaborativa na construção e aprimoramento de seus conhecimentos pedagógicos, promovendo desenvolvimento profissional por meio de uma prática educativa mais eficaz.

## REFERÊNCIAS

- BALL, D.; BASS, H. Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. *In*: DAVIS, B; SIMMT, E. (Ed.). **Proceedings of the 2002 Annual Meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group**. Edmonton, AB: CMESG/GCEDM, 2003, p. 3-14.
- BALL, D.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special? **Journal of Teacher Education**, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.
- BALL, D.; BASS, H. With an eye on the mathematical horizon: Knowing mathematics for teaching to learners' mathematical futures. Paper prepared based on keynote address at the 43rd **Jahrestagung für Didaktik der Mathematik held in Oldenburg**. Germany, March 1 - 4, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação - Conselho Pleno. **Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019**. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category\\_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 22 nov. 2020.
- FIORENTINI, D. A pesquisa e as práticas de formação de professores de Matemática em face das políticas públicas no Brasil. **Bolema**, Rio Claro, v. 21, n. 29, p. 43-70, 2008.
- GRAVEMEIJER, K.; COBB, P. Design Research from the Learning Design Perspective. **Educational Design Research**. Part A: An Introduction, 2013. p.72-113.
- HURRELL, D. P. What Teachers Need to Know to Teach Mathematics: An argument for a reconceptualised model. **Australian Journal of Teacher Education**, v. 38, n. 11, p.54-64, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2013v38n11.3>. Acesso em: 20 out. 2019.
- IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 9. ed. v. 14. São Paulo: Cortez, 2011.
- MATTA, A. E. R.; SILVA, F. P. S.; BOAVENTURA, E. M. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação no século XXI. **Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade**, v.23, n.42, p.23-36, 2014.

MIZUKAMI, M da G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de Lee Shulman. Revista do Centro de Educação, Santa Maria/RS, v. 29, n. 2, p. 33-49, 2004. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2004/02/a3.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

PONTE, J. P.; CHAPMAN, O. Preservice mathematics teachers' knowledge and development. In: ENGLISH, L. D. (Ed.). **Handbook of international research in mathematics education**. 2. ed. New York: Routledge, 2008. p. 225-263.

REEVES, T. C. Socially responsible educational technology research. **Educational Technology**, v. 40, n. 6, p. 19-28, nov./dez. 2000.

ROLDÃO, M. C. Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v.12, n.34, p.94-103, jan/abr. 2007.

SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

VASCONCELOS, C. C. **Ensino-Aprendizagem da Matemática: Velhos problemas, Novos desafios**. Lisboa: Editora Instituto Politécnico de Viseu, 2000. Disponível em: <http://www.dma.ufv.br/downloads/MAT%20102/2015-l/listas/Texto%2023-03%20-%20MAT%20102%20-%202015-l.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.