

## PESQUISA BASEADA EM *DESIGN* E A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA

DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2020.9.19.198-218>

Elisângela Fouchy Schons<sup>1</sup>  
Eleni Bisognin<sup>2</sup>

**Resumo:** A aprendizagem é uma atividade embasada nas práticas escolares e ocorre a partir da interação entre sujeitos e o meio. Na Matemática, o professor, em geral, é o responsável pela aproximação de seus alunos com o conteúdo, e essa condução é feita a partir dos conhecimentos do conteúdo e didáticos que ele tem. Esse trabalho é um recorte de uma pesquisa de doutorado que, por meio da Pesquisa Baseada em *Design*, visa ao desenvolvimento de intervenções pedagógicas em contextos reais de sala de aula, com os objetivos de melhorar a prática docente e produzir conhecimento sobre o processo de ensino e aprendizagem de Geometria em alunos estagiários de um curso de Licenciatura em Matemática. Nesse recorte, o Conhecimento do Conteúdo e do Ensino desses estagiários foi analisado a partir do planejamento, aplicação e avaliação de uma atividade realizada com alunos do Ensino Médio, com o objetivo de conceituar prismas e pirâmides por meio da exploração de embalagens e da utilização de recursos computacionais. Percebeu-se, no desenvolvimento das atividades e no relato dos estagiários, indícios de que eles possuem Conhecimento do Conteúdo e do Ensino, pois programaram recursos, selecionaram metodologias de ensino e elaboraram perguntas para tornar o conteúdo mais compreensível aos seus alunos. Pode-se inferir também que, a Pesquisa Baseada em *Design* por meio de seus pressupostos e organização, mostrou-se eficaz na construção do conhecimento matemático para o ensino desses estagiários na abordagem dos conteúdos de Geometria Espacial com alunos do Ensino Médio.

**Palavras-chave:** Pesquisa Baseada em Design. Formação de professores. Geometria. Conhecimento do Conteúdo e do Ensino.

## DESIGN-BASED RESEARCH AND THE INITIAL FORMATION OF MATHEMATICS TEACHERS: A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR TEACHING GEOMETRY

**Abstract:** Learning is an activity based on school practices and occurs from the interaction between the individuals and the environment. In Mathematics, the teacher, in general, is responsible for making students closer to the content, and this guidance is made from the knowledge, content and didactic he/she has. This work is a clipping of a doctoral study, which using the Design-Based Research aims at developing pedagogical interventions in real classroom contexts so that aiming the improvement of teaching practice and producing knowledge about the process of teaching and learning Geometry in training students from the Mathematics Teaching Course. In this cutout, the Knowledge of Content and Teaching of these students were analyzed from the planning, implementation and evaluation of an activity that was done with high school students, and which aimed at conceptualizing prisms and pyramids by the exploration of packages and the use of computing resources. It was noticed in the development of the activities, and in the academics reports, that there is evidence that they have Knowledge of Content and Teaching as they programmed resources, selected teaching methodologies and elaborated questions to make the content better understandable to their students. It can also be inferred that the Design-Based Research, by its assumptions and organization, proved to be effective

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana (UFN). Professora de Matemática do Instituto Federal Farroupilha – campus Júlio de Castilhos (IFFar-JC). E-mail: elisangela.schons@iffarroupilha.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3366-5212>

<sup>2</sup> Professora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana (UFN). E-mail: eleni@ufn.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3266-6336>

in the construction of mathematical knowledge concerning Spatial Geometry with high school students.

**Keywords:** Design-Based Research. Teachers formation. Geometry. Knowledge of Content and Teaching.

## Introdução

A aprendizagem de Matemática dos estudantes da Educação Básica tem sido preocupação e motivo de pesquisa entre professores e pesquisadores das áreas de Educação e Ensino de Matemática. Segundo Thomaz e David (2008), existem inúmeras perspectivas que podem ser utilizadas para definir o termo aprendizagem, entre elas a de que se trata de uma atividade social e cultural embasada nas práticas escolares das quais os sujeitos estão participando e nas quais estabelecem relacionamentos e partilham de objetivos comuns com outros membros de um grupo. A aprendizagem ocorre a partir da interação do sujeito com o meio e o grupo durante a realização de uma atividade.

Para que haja aprendizagem, pressupõe-se que haja ensino, visto que essas atividades, embora distintas, são inter-relacionadas em uma atividade escolar. Vasconcelos (2000) afirma que o professor tem um papel indispensável nesse processo, pois é ele quem fornece, na sala de aula, experiências que colaborarão com a aprendizagem de seus alunos.

Em relação à Matemática, o professor é o principal responsável pela aproximação de seus alunos com o conteúdo. Ele é quem torna o caminho mais curto entre a Matemática e os estudantes, por meio de atividades que encorajam e dão confiança aos alunos, quanto às capacidades, ideias e técnicas matemáticas, despertando o gosto e a valorização da disciplina. Essa condução é construída a partir do conhecimento que o professor dispõe sobre a Matemática e de seus métodos de ensino, em sua maioria, adquiridos em suas vivências, durante o seu percurso acadêmico e demais formações que lhe são proporcionadas; além das práticas, nas quais estão presentes diferentes variáveis, tais como: a atitude dos alunos, as dinâmicas de grupos, a participação em atividades da escola e a interação com membros da comunidade.

Dessa forma, para ensinar, é preciso ter conhecimento do que se quer ensinar, tanto do conteúdo quanto do aspecto didático. Por esse motivo, autores como Lee Shulman e Debora Ball *et. al.* (2008) realizaram pesquisas relacionadas aos conhecimentos envolvidos no ato de ensinar e, especificamente, ensinar Matemática, para melhorar as competências profissionais dos professores.

Os cursos de formação de professores, em especial os de licenciatura, têm passado por

várias reformulações ao longo dos anos, com a intenção de tornar a articulação entre teoria e prática presente na formação de seus licenciandos. A Resolução CNE/CP 2/2002 determina que da carga horária de, no mínimo, 2.800 horas dos cursos de licenciatura, sejam destinadas 400 horas para as práticas como componente curricular, vivenciadas ao longo do curso, e 400 horas para os Estágios Curriculares Supervisionados, que acontecem a partir da segunda metade do curso.

Sendo assim, desde o início do curso de licenciatura, os acadêmicos têm contato com as práticas relacionadas à profissão, visitando escolas, fazendo planejamento, pequenas intervenções, conhecendo e estudando diferentes metodologias de ensino, com o intuito de conceber o processo de ensino e aprendizagem. Nos Estágios Curriculares Supervisionados, o licenciando assume uma sala de aula, como professor regente de uma turma, por um determinado tempo. Durante esse período, ele desempenha as funções do professor da turma e tem por tarefa organizar as atividades a serem desenvolvidas durante a aula, respeitando os interesses, motivações, dificuldades e potencialidades intelectuais de seus alunos.

Com essas experiências, espera-se que os estagiários compreendam diferentes aspectos sobre o ensino de Matemática, que possam implicar em suas decisões enquanto professores, quer no planejamento, quer na sua interação em sala de aula e que venham a colaborar com a aprendizagem de seus alunos. Segundo Hill *et. al.* (2008), a aprendizagem dos alunos acontece conforme o desempenho do professor, ou seja, professores com mais conhecimento disponibilizam uma maior riqueza matemática para os alunos e conseguem fazer com que esses entendam mais e melhor os conteúdos estudados. Quanto maior e melhor o desempenho dos professores, melhor será a qualidade da instrução matemática realizada por eles e possivelmente melhor será o desempenho de seus alunos.

Visto que essas experiências do estagiário influenciarão em sua prática profissional, torna-se necessário que, durante a sua formação inicial, sejam desenvolvidos momentos de reflexão, investigação e socialização do exercício de sala de aula. Para Fiorentini,

[...] se queremos formar professores capazes de produzir e avançar os conhecimentos curriculares e de transformar a prática/cultura escolar, então é preciso que adquiram uma formação inicial que lhes proporcione uma sólida base teórico-científica relativa ao seu campo de atuação e que a mesma seja desenvolvida apoiada na reflexão e na investigação sobre a prática (FIORENTINI, 2008, p. 49).

Esses momentos de debate sobre a prática docente são ferramentas necessárias na formação e atuação dos futuros professores. A troca de experiências proporcionada por eles faz com que os estagiários percebam que existem diferentes formas, métodos e metodologias

para ensinar Matemática, de maneira a desenvolver nos estudantes da Educação Básica a motivação, o estímulo e o envolvimento direto no processo de ensino e de aprendizagem.

Para Shulman e Shulman (2016), a reflexão é a chave para a aprendizagem e o desenvolvimento do professor (novato e/ou experiente), pois esses momentos de discussão sobre o trabalho realizado ajudam-no a melhorar sua prática, aprendendo com suas próprias experiências e a dos outros. Já Ball *et. al.* (2008, 2009), afirmam que, a reflexão dos futuros professores sobre os conhecimentos necessários para o ensino de Matemática, colabora com a aprendizagem profissional deles e com o descobrimento de maneiras de implementar seus conhecimentos e habilidades para ajudar outras pessoas a instruir-se e fazer Matemática.

Assim, o ato de reflexão, individual ou em grupo, estimula nos docentes mudanças nas práticas de sala de aula, as quais fazem com que eles se sintam mais seguros e motivados a fazer uso de diferentes metodologias em suas aulas, conseguindo chamar a atenção de seus alunos para os conteúdos trabalhados, estimulando-os e melhorando os resultados quanto à aprendizagem deles.

Ann Brown (1992), acompanhando o processo de aprendizagem de algumas crianças, percebeu que essas aprendiam mais significativamente quando estavam em sala de aula e trabalhando de forma conjunta em “comunidades de aprendizagem”. Dessa forma, ela recomendou que novas metodologias, que refletissem teorias de cunho cognitivistas, fossem desenvolvidas e propôs uma metodologia que combinava teoria com as práticas de sala de aula, a fim de colaborar com o trabalho de professores e alunos. Essa metodologia de pesquisa/ensino no campo da educação vem sendo abordada por distintos grupos de pesquisas e recebendo diferentes denominações, como *Design Experiments* (BROWN, 1992; COLLINS, 1992), *Design Research* (COBB, 2001; COLLINS; JOSEPH; BIELACZYK, 2004; EDELSON, 2002), *Development Research* (VAN DEN AKKER, 1999; REEVES, 2000), *Developmental Research* (RICHEY; KLEIN; NELSON, 2003; RICHEY; NELSON, 1996), *Formative Research* (REIGELUTH; FRICK, 1999; WALKER, 1992) e *Design-based Research* (DESIGN BASED COLLECTIVE - DBRC, 2003; BELL, 2004).

Neste trabalho, usar-se-á o termo em português “Pesquisa Baseada em *Design*”. Segundo Reeves (2016), essa variedade de nomes dados à metodologia de pesquisa existe há muito tempo, mas mais importante do que o nome são as pesquisas desenvolvidas, a fim de solucionar os problemas educacionais, usando-se processos sistêmicos de análise e *design*.

Convém definir que a Pesquisa Baseada em *Design* trata-se de uma metodologia flexível, aplicada em ambientes reais de sala de aula e está sujeita a mudanças ao longo da sua realização, demandando dos professores diagnósticos sucessivos sobre a aprendizagem dos

alunos. Para o DBR-Collective (2003, p. 5), a Pesquisa Baseada em *Design* é uma metodologia importante para a “[...] compreensão de como, quando e por que inovações educacionais funcionam (ou não) na prática”.

Gravemeijer e Van Eerde (2009) destacam que a Pesquisa Baseada em *Design* fornece teorias sobre como funciona uma inovação, e que ela se adapta ao desenvolvimento de teorias de ensino específicas, inclusive em tópicos relacionados à Educação Matemática. Para os autores:

O objetivo central deste tipo de projeto de pesquisa é desenvolver uma teoria sobre o processo de aprendizagem através do qual os alunos se familiarizam com um determinado tópico matemático, complementado com teorias sobre como apoiar tal processo de aprendizagem. Esses meios de apoio referem-se principalmente a atividades instrucionais que podem fomentar as atividades mentais e mudanças no pensamento do aluno, que constituem o processo de aprendizagem (GRAVEMEIJER; VAN EERDE, 2009, p.4).

Através da pesquisa e da teoria desenvolvidas, professores poderão obter informações sobre os processos de ensino e aprendizagem de um determinado assunto, tópico matemático, e aplicá-los em suas aulas.

A Pesquisa Baseada em *Design*, segundo Juuti e Lavones (2006), surgiu com o objetivo de preencher a lacuna entre pesquisa educacional e prática em ambientes educacionais, projetados através da aplicação de artefatos. Segundo os estudiosos,

(a) O processo de design é essencialmente iterativo; (b) o objetivo da pesquisa baseada em design é desenvolver um artefato para ajudar professores e alunos a agir (ensinar e estudar) mais inteligível (de maneira que leve ao aprendizado); (c) a pesquisa baseada em design gera novos conhecimentos sobre ensino e aprendizagem de ciências. Todos os três recursos juntos constituem um esforço chamado de pesquisa baseada em design (JUUTI; LAVONEN, 2006, p.59).

Sendo assim, eles propõem que as pesquisas realizadas além de focar no processo de aprendizagem dos alunos e as propriedades do artefato projetado, abordem o conhecimento dos professores e as configurações do processo de ensino e aprendizagem, através de três componentes: (a) o pesquisador; (b) um profissional, o professor e (c) um artefato. O papel de cada um dos componentes dependerá do experimento proposto.

Para Reeves (2000), a colaboração entre os componentes: profissionais, pesquisadores e tecnólogos de forma reflexiva e consciente tem como objetivo resolver problemas de ensino reais. Esses componentes constituem a equipe de pesquisa e são eles que determinam a teoria da instrução local conjecturada, a partir de um projeto instrucional preliminar, o qual durante

os encontros de planejamento tenta antecipar os pensamentos dos alunos e como a aprendizagem acontecerá, levando em conta que, durante a aplicação do experimento, conforme o desenvolvimento dos alunos, as atividades podem vir a ser reformuladas (GRAVEMEIJER; COBB, 2013).

Segundo Cobb *et. al.* (2003), o tamanho dessa equipe de pesquisa e a experiência de seus membros podem variar, mas o importante é que todos tenham habilidade e conhecimento para realizar as funções relacionadas ao desenvolvimento do projeto inicial, condução do experimento e realização da análise retrospectiva. A presença deles em sala de aula durante a aplicação do artefato pedagógico contribui com a observação das variáveis, as quais não podem ser controladas pelos aplicadores, mas que colaboram no entendimento do processo e também para a coleta dos dados que serão utilizados para descrever o desenvolvimento matemático dos alunos.

Para os autores, “a equipe de pesquisa aprofunda sua compreensão do fenômeno sob investigação enquanto o experimento está em andamento” (COBB *et. al.*, 2003, p. 12). Portanto, é necessário que a equipe faça o registro de todo o andamento do processo de *design*, a fim de documentar as conjecturas em evolução e as observações que as apoiam ou questionam. Esses registros contribuirão com as análises realizadas e serão utilizadas para a compreensão do que está acontecendo na aula, bem como para a reformulação e melhoria da teoria de instrução local e do artefato projetado.

O desenvolvimento de uma pesquisa que utiliza essa metodologia pode ser organizado a partir das quatro fases propostas por Reeves (2000). Essas fases são: análise do problema educativo, desenvolvimento do artefato pedagógico, intervenção em contextos reais de aprendizagem e análise retrospectiva para um possível *redesign*.

A primeira fase - análise do problema educativo - acontece quando o processo de investigação tem origem. Nesse momento, o grupo de pesquisa define o problema de forma compartilhada, fazendo a sua análise e a busca por teorias que fundamentem a sua compreensão, além de orientar a criação e a pesquisa da intervenção pedagógica. Com o problema definido, passa-se para a fase de desenvolvimento do artefato pedagógico, que pode ser um experimento de laboratório, uma sequência didática, ou um programa computacional, entre outros, para dar suporte ao ensino.

Nessa fase, o grupo de pesquisa se reúne para planejar o artefato a ser utilizado em sala de aula a partir de uma teoria norteadora, levando em consideração as especificidades do contexto. Segundo Ramos (2010), a construção do artefato pedagógico possibilita o conhecimento dos processos de desenvolvimento e de aprendizagem de uma determinada

comunidade. O artefato, na Pesquisa Baseada em *Design*, tem por objetivo ser amplamente utilizável, mas para isso, ele deve ser adequado às competências, crenças, intenções e atitudes dos professores em relação ao tópico a ser abordado.

A aplicação do artefato projetado é, segundo Reeves (2000), a terceira fase da pesquisa. Durante a intervenção, a equipe de pesquisa pode compreender e avaliar as suas contribuições na solução do problema educativo, verificando se o artefato pensado e as conjecturas criadas para um determinado contexto realmente são úteis e quais as mudanças que podem ser propostas para um novo *design*. É também, durante essa fase da pesquisa, que os dados são coletados para que se faça a análise retrospectiva, e a partir dela, sejam desenvolvidas as conjecturas evocadas dos dados coletados, a fim de melhorar o *design* instrucional, e projetar novas formas de aprendizagem, assim como passar adiante os detalhes importantes para que outros também façam uso delas.

As fases propostas por Reeves (2000) para a Pesquisa Baseada em *Design* são associadas entre si, pois, a partir da análise retrospectiva, uma nova iteração é delineada, com um *redesign* do artefato pedagógico, bem como nova aplicação e análise são realizadas e assim sucessivamente. A cada iteração, um novo grupo de pessoas poderá participar da pesquisa e adaptações poderão ser feitas ao artefato para que esse realmente colabore com a aprendizagem do grupo. Essa íntima relação entre a melhoria do *design* e o desenvolvimento de uma teoria instrucional é um marco da metodologia para a criação de novas formas de aprendizado.

Pelo exposto, percebe-se que a Pesquisa Baseada em *Design* se mostra eficiente para pesquisas desenvolvidas no ambiente escolar, em especial, a sala de aula, por meio da parceria entre professor e pesquisador. Essas pesquisas acontecem com o intuito de desenvolver teorias preocupadas com a aprendizagem dos alunos e que expliquem não só se um projeto funciona, mas como ele pode ser adaptado a novas circunstâncias.

O trabalho aqui apresentado é um recorte de uma pesquisa de doutorado que, por meio do uso da Pesquisa Baseada em *Design*, visa ao desenvolvimento de intervenções pedagógicas em contextos reais de sala de aula. Neste trabalho, tem-se por objetivo verificar os Conhecimentos do Conteúdo e do Ensino de alunos estagiários de um curso de Licenciatura em Matemática, durante a realização de uma atividade do conteúdo de Geometria Espacial.

## **A pesquisa**

A fim de investigar os fenômenos em seu ambiente natural, melhor entender a situação

em análise e manter o contato direto e constante entre os participantes e o ambiente pesquisado, o estudo realizado é de cunho qualitativo. Para Minayo (2002), a pesquisa qualitativa “[...] trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, processos e fenômenos que não podem ser reduzidos apenas a operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2002, p.21).

Para tanto, em busca de uma melhor compreensão do problema em estudo, os dados coletados foram observados e descritos através da pesquisa de campo realizada, que teve como metodologia a Pesquisa Baseada em *Design*. Acredita-se que essa metodologia oferece um conjunto de pressupostos teóricos que permitem ao pesquisador reestruturar as experimentações durante todo o processo, adequando-as ao grupo pesquisado e ao problema educativo. A pesquisa de doutorado está em fase de desenvolvimento e tem por objetivo geral analisar as contribuições da metodologia de Pesquisa Baseada em *Design* na construção de conhecimentos para o ensino de Geometria Espacial, por alunos estagiários de um curso de Licenciatura em Matemática.

Tem como participantes, alunos estagiários das turmas de Estágio Curricular Supervisionado (ECS) do curso de Licenciatura em Matemática e do primeiro ano do curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio, de um Instituto Federal. Os acadêmicos da Licenciatura em Matemática participam do processo como elementos da equipe de pesquisa e aplicadores do artefato; já os do Ensino Médio, como os alunos para os quais o planejamento é aplicado e o processo de ensino e aprendizagem é observado.

São projetadas duas aplicações, sendo que a primeira aconteceu no ano de 2019 e contou com quatro acadêmicos do curso de graduação e cinquenta alunos do Ensino Médio (duas turmas de vinte e cinco alunos) como participantes. Neste recorte, será apresentado como se deu o planejamento e o desenvolvimento dessa primeira interação.

A pesquisa foi planejada a partir das quatro fases propostas por Reeves (2000), iniciando com a definição do assunto a ser estudado e do grupo de pesquisa, seguindo com a realização dos encontros de desenvolvimento do artefato, a aplicação deste em contexto de sala de aula e a análise para o *redesign* e reaplicação do mesmo.

A primeira fase da pesquisa, análise do problema educativo, ocorreu durante o primeiro semestre letivo de 2019. A pesquisadora, então professora da disciplina de Estágio, reuniu-se com os alunos estagiários para verificar os conteúdos estudados nas turmas de Ensino Médio escolhidas por eles, para a realização dos estágios. Entre os conteúdos a serem estudados estava o de Geometria Espacial, para o qual os alunos de Ensino Médio apresentam

muitas dificuldades em aprender (ROGENSKI; PEDROSO, 2009; VIEIRA, 2010). Inclusive, os alunos da disciplina de Estágio relataram, durante conversa, que foi um dos mais difíceis da sua vida de acadêmicos. Acredita-se que um fator influenciador nessa dificuldade seja a maneira como o componente curricular é apresentado na escola, muitas vezes, apenas de forma teórica e com memorização de fórmulas.

Por esse motivo, a turma de alunos da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado III, decidiu que esse seria o conteúdo a ser trabalhado por eles no estágio. Decidiu, também, que o fariam utilizando uma metodologia de ensino que lhes possibilitasse fazer uso de materiais didáticos, que incentivasse a participação, a aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos do Ensino Médio.

Como os estagiários tinham um problema educativo a ser resolvido, a pesquisadora os convidou a organizar um grupo de estudos e, também, a participar da sua pesquisa de doutoramento. Na conversa com todos os alunos das disciplinas de Estágio Curricular Supervisionado (ECS), a pesquisa foi apresentada e quatro alunos se mostraram interessados em participar do grupo e da pesquisa. Destes, dois estavam cursando a disciplina de Estágio Curricular Supervisionado III e os demais, o Estágio Curricular Supervisionado I, do curso de Licenciatura em Matemática.

O artefato escolhido foi uma sequência de atividades que os estagiários iriam aplicar durante o estágio de docência. Definiu-se que, neste artefato, usar-se-iam recursos materiais e tecnológicos, além de metodologias de ensino de Matemática, tais como a Resolução de Problemas e a Investigação Matemática.

Escolheu-se essa forma de trabalho por se acreditar que o envolvimento dos alunos nas situações apresentadas e a aprendizagem dos conteúdos estudados poderiam ser incentivados pela solução dos problemas propostos, através dessas metodologias; visto que “investigar pressupõe sobretudo uma atitude, uma vontade de perceber, uma capacidade para interrogar, uma disponibilidade para ver as coisas de outro modo e para pôr em causa aquilo que parecia certo” (PONTE, 2003, p. 37).

O desenvolvimento do artefato, segunda fase da pesquisa, começou ainda durante o estágio de observação dos alunos, em encontros semanais. Nesses encontros, o grupo conheceu melhor a metodologia de Pesquisa Baseada em *Design* e planejou a sequência de atividades. Conforme foi acordado com a professora regente das turmas de Ensino Médio e orientadora dos estagiários, o conteúdo estudado foi o de Poliedros – Prismas e Pirâmides.

A primeira aplicação do artefato por meio da intervenção em contextos reais de aprendizagem, terceira fase da pesquisa, aconteceu durante a realização do estágio de regência

(ECS IV) nas duas turmas do primeiro ano do curso técnico em Agropecuária, integrado ao Ensino Médio. Nessa fase, dois estagiários aplicaram, cada um em sua turma de estágio, a sequência de atividades planejada pelo grupo de pesquisa e foram acompanhados pelos demais elementos do grupo, que observaram a aplicação. Gravemeijer e Cobb (2013) afirmam que, a partir da observação de um experimento de *design*, é possível fazer uma análise detalhada das práticas em evolução na sala de aula e do processo de aprendizagem da turma de alunos como um todo, ao invés de descrever como cada aluno aprende ou mesmo implicar que todos estejam aprendendo em uniformidade.

Para tal, durante a aplicação, tanto os observadores quanto os estagiários fizeram anotações em roteiros. Neles foram anotadas observações quanto à execução da atividade, às atitudes, interesses e dificuldades dos alunos e às atitudes, intervenções e explicações dos estagiários.

Os dados coletados, assim como a filmagem e os registros fotográficos foram usados pela pesquisadora em sua análise sobre o trabalho desenvolvido. O grupo de pesquisa, nessa aplicação, reunia-se ao término de cada turno de aula, para fazer a análise retrospectiva, quarta fase da pesquisa. A partir das observações realizadas, os pontos positivos e os que poderiam ser aperfeiçoados foram destacados, com a intenção de se fazer um *redesign* de todo o processo.

Em síntese, a pesquisa foi dividida em três momentos de análise: preparação do artefato (encontros de formação e planejamento), aplicação do artefato (realização dos estágios) e avaliação do artefato (avaliação de cada aula ministrada e planejamento das seguintes).

Para a análise dos resultados, foram utilizadas categorias a partir dos domínios do Conhecimento para o Ensino de Matemática conforme pressupostos de Ball, Thames e Phelps (2008), que são: Conhecimento Comum do Conteúdo, Conhecimento Especializado do Conteúdo, Conhecimento Horizontal do Conteúdo, Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes, Conhecimento do Conteúdo e do Ensino e Conhecimento do Conteúdo e do Currículo.

Neste trabalho, apresenta-se uma das atividades aplicadas no processo descrito, na qual ficou evidenciado o Conhecimento do Conteúdo e do Ensino dos estagiários. Conforme Ball *et. al.* (2008), esse é o conhecimento que envolve saberes de Matemática e do ensino de Matemática, ou seja, é uma mistura dos procedimentos matemáticos com os princípios pedagógicos, para o ensino desse conteúdo específico. Para os autores,

Durante uma discussão em sala de aula, o professor deve decidir quando fazer uma pausa para obter mais esclarecimentos, quando usar a observação de um aluno para fazer uma observação matemática e quando fazer uma nova pergunta ou colocar uma nova tarefa para promover a aprendizagem dos alunos. Cada uma dessas decisões requer coordenação entre a matemática envolvida e as opções e propósitos instrucionais em jogo (BALL; THAMES; PHELPS, 2008, p. 401).

Hurrel (2013), ao analisar o trabalho realizado por Ball *et. al.* (2008), organizou uma lista de questões para ilustrar a abrangência de cada um dos subdomínios identificados do Conhecimento Matemático para o Ensino. Segundo o autor, essas questões podem ser usadas para verificar onde o desenvolvimento profissional pode ser apropriado. No quadro 1, a seguir, são apresentados os indicadores formulados para essa pesquisa, para o Conhecimento do Conteúdo e do Ensino. Esses indicadores foram estabelecidos e observados durante toda a atividade, com o propósito de nortear a análise quanto a sua apresentação ou não pelos estagiários.

**Quadro 1:** Conhecimentos para o ensino de Matemática e seus indicadores

CONHECIMENTO	INDICADORES
<p><b>Conhecimento do Conteúdo e do Ensino</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- escolher a metodologia a ser utilizada no desenvolvimento do conteúdo;</li> <li>- escolher os recursos manipuláveis e computacionais a serem utilizados;</li> <li>- selecionar exemplos para aprofundar o conteúdo matemático;</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>

Fonte: Elaborado pela autora com base em Hurrel (2013)

### **Primeira aplicação – Desenvolvimento e resultados**

A primeira aplicação aconteceu durante o ano de 2019 e teve início com as definições do problema educativo, do grupo de pesquisa e das turmas em que os licenciandos realizaram seus estágios. O artefato pedagógico foi uma sequência de atividades que os acadêmicos aplicaram nas turmas de Ensino Médio. O estágio de regência em turma de Ensino Médio (ECS IV) tem, das suas 68 horas de Campo, 25h destinadas ao trabalho frente aos alunos, como professor da turma. Dessa forma, a sequência planejada foi desenvolvida em 15 encontros de 100 minutos cada.

Esse planejamento do artefato pedagógico foi feito em 20 encontros de 3h30min.

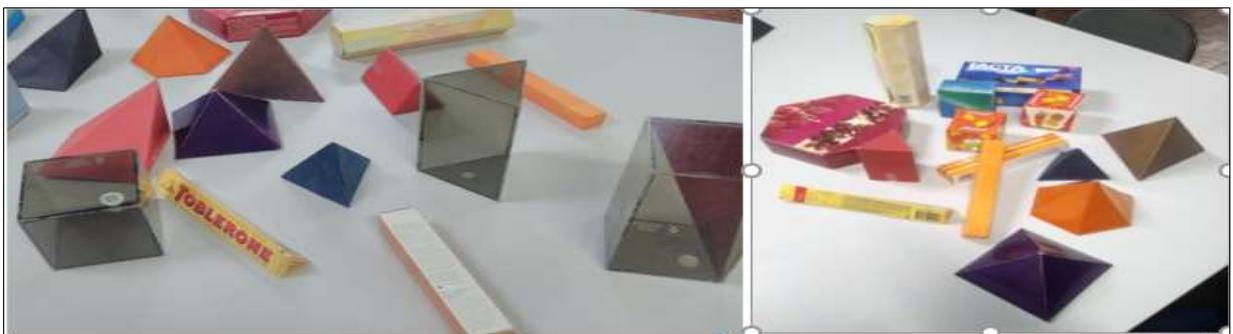
Durante os encontros, o grupo de pesquisa estudou a metodologia de Pesquisa Baseada em *Design*, os conteúdos que seriam abordados, quais estratégias de ensino seriam utilizadas, determinou e resolveu as questões que seriam propostas, bem como construiu o planejamento das aulas, seguindo as normas da disciplina de ECS.

A fase de intervenção no contexto real de aprendizagem, na qual os acadêmicos em estágio de regência aplicaram as atividades planejadas em suas aulas, aconteceu no segundo semestre letivo, entre os meses de setembro e outubro. Durante esse período, novamente os Conhecimentos para o Ensino de Matemática dos estagiários foram observados, porém nesse momento, teve-se como foco a ação deles enquanto professores responsáveis pelo ensino e a aprendizagem dos alunos de Ensino Médio.

Destacamos, aqui, a ação de dois estagiários, os quais são designados por A e B. Analisaram-se os Conhecimentos do Conteúdo e do Ensino deles, de acordo com os indicadores descritos no Quadro 1, evidenciados em uma das atividades programada pelo grupo de pesquisa relativa à identificação de prismas e pirâmides.

Essa atividade foi introdutória ao conteúdo de prismas e pirâmides, por isso o grupo de pesquisa definiu, durante o seu planejamento, que seriam utilizadas diferentes embalagens e sólidos geométricos que possibilitassem a manipulação e a visualização das características, semelhanças e diferenças entre elas, conforme mostrado na Figura 1, a seguir.

**Figura 1:** Embalagens e sólidos geométricos usados na atividade de identificação de prismas e pirâmides



Fonte: Autora

Essa escolha se deu durante reunião que o grupo fez para definir o desenvolvimento da aula para aquele assunto. Como em todos os encontros, cada um dos estagiários expressou o que havia pensado para a aula e, na sequência, os componentes do grupo de pesquisa decidiram qual seria a melhor proposta.

Estagiário B: *A professora da turma faz a aula da seguinte forma, teoria e exercícios. Acho que devemos planejar de forma parecida com a dela.*

Estagiário A: *Eu quero fazer de uma forma diferente, quero que os alunos participem mais da aula.*

Pesquisadora: *Será que não podemos planejar a aula a partir de embalagens e sólidos geométricos, nos quais os alunos tenham que observar e dividir em grupos por semelhança?*

Estagiário A: *Eu prefiro, pois dessa forma os alunos poderão manusear as embalagens e verificar as características de cada uma delas. Acho que a partir do palpável fica mais fácil de visualizar o que está sendo estudado.*

Estagiário B: *Tá bom, mas como faremos? Eu não sei bem... será que daria para fazer a partir de uma investigação?*

A partir dessa conversa, os demais componentes do grupo de pesquisa concordaram com a proposta de se fazer uma investigação usando materiais manipuláveis. Assim, os sólidos e embalagens disponíveis no Laboratório de Ensino de Matemática foram colocados sobre a mesa para que eles vivenciassem o que seria proposto aos alunos do Ensino Médio.

Eles perceberam que vários conjuntos poderiam ser constituídos com as embalagens a partir de diferentes semelhanças que elas possuíam e, para que eles pudessem explorar as divisões realizadas por seus alunos, elaboraram um questionário, conforme disposição a seguir:

- a) Que figuras geométricas planas vocês identificam nos sólidos geométricos?
- b) Identifiquem as semelhanças entre esses sólidos e separe-os em grupos de acordo com as semelhanças que vocês evidenciaram.
- c) Em cada um dos sólidos, identifique a forma geométrica da base.
- d) Quais as formas geométricas que formam as laterais dos sólidos?
- e) Todos os sólidos apresentam o mesmo número de arestas?
- f) Como podemos calcular a altura de cada sólido?

Então, a partir dessas perguntas, os estagiários definiram como objetivo para a atividade o reconhecimento de prismas e pirâmides através da exploração de embalagens e do agrupamento por semelhança, além de decidirem utilizar a Investigação Matemática e suas três fases, para o seu desenvolvimento, estabelecendo:

(i) introdução da tarefa, em que o professor faz a proposta à turma, oralmente ou por escrito; (ii) realização da investigação, individualmente, aos pares, em pequenos grupos ou com toda a turma, e (iii) discussão dos resultados, em que os alunos relatam aos colegas o trabalho realizado (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2013, p.25).

Sendo assim, a aula foi organizada tendo por início a investigação, na qual a primeira

fase deu-se pela apresentação das embalagens e a solicitação para que os alunos as organizem por semelhança. Durante esses agrupamentos, o questionário foi aplicado como uma forma de colaborar com a investigação dos alunos; ademais suas observações seriam anotadas para depois serem utilizadas na discussão dos resultados. Esses agrupamentos foram feitos tantas vezes quanto semelhanças entre as embalagens foram encontradas e tantas vezes quantas os alunos conseguissem justificar o porquê de suas escolhas. Por fim, as observações feitas foram discutidas e a definição de prismas e pirâmides foi construída.

Os estudantes decidiram também que, durante a construção das definições, usariam sólidos geométricos e o software Geogebra para ajudar na visualização dos elementos, classificação dos sólidos e diferenciação entre um prisma reto e um oblíquo. Como última atividade da aula, os alunos foram convidados a caminhar pela área externa da escola e fotografar objetos que tinham a forma de prisma ou de pirâmide e depois apresenta-las aos colegas.

No dia da aplicação da atividade, cada uma das turmas de Ensino Médio foi levada ao Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) pelo seu professor estagiário. Neste local, as embalagens já estavam dispostas sobre uma mesa para que os alunos pudessem manuseá-las, observá-las e a atividade ser desenvolvida. Ao chegar ao LEM, os alunos foram convidados a se dispor ao redor da mesa para que pudessem observar as embalagens e ouvirem a apresentação da atividade a ser realizada, veja-se a indicação no Quadro 2, a seguir.

**Quadro 2:** Apresentação da atividade aos alunos do Ensino Médio

Atividade de identificação de prismas e pirâmides
Observe as embalagens e sólidos geométricos apresentados e os organize em grupos a partir das semelhanças encontradas, justificando suas escolhas.

Fonte: Autora

**Figura 2:** Alunos dividindo os sólidos apresentados por semelhança.



Fonte: Autora

Na Figura 2, é mostrado os alunos fazendo os agrupamentos solicitados, ou seja, separando os sólidos em grupos por semelhança. Durante essa separação, os estagiários foram questionando seus alunos. Surgiram, então, várias suposições que foram levantadas para justificar os grupos criados como, por exemplo:

- *Esses aqui ficaram juntos porque a base é um hexágono (apontando para o conjunto de prismas hexagonais) e essa aqui não pode ficar junto, porque a base é um pentágono (mostrando o prisma pentagonal) e o mesmo acontece com aqueles que são triângulos (prismas triangulares) e quadrados (cubos).*

Observa-se que os estudantes, nessa divisão, organizaram os grupos levando em consideração a base dos sólidos, mas também as faces laterais, pois não juntaram os prismas e pirâmides de mesma base, deixando-os em conjuntos diferentes. Quando questionados sobre, explicaram da seguinte forma:

- *Esses têm ponta (pirâmides hexagonais) e outros tem duas bases (prismas hexagonais).*

Após essa indagação, mostraram-se com dúvida em relação aos grupos criados e os reagruparam. Agora, usando apenas a base como semelhança e todos os prismas e pirâmides de mesma base foram colocados nos mesmos grupos.

Quando solicitados quanto a outras separações, os alunos fizeram novos agrupamentos usando novas semelhanças, chegando aos grupos em que a face lateral os definia e ficaram com quatro grupos: 1) faces laterais retangulares e quadradas (prismas regulares retos), 2) faces laterais triangulares (pirâmides regulares), 3) faces laterais na forma de paralelogramo (prismas oblíquos), e 4) faces laterais na forma de triângulos não congruentes (pirâmides oblíquas).

Em todas as divisões feitas, os alunos mantiveram os sólidos oblíquos em grupos separados porque eles não sabiam como encaixá-los nos outros grupos. Durante a discussão dos resultados, eles foram perguntados em relação a essas separações e foi solicitado que observassem um pouco mais os sólidos, a fim de verificar se os oblíquos não poderiam se juntar aos retos e foi o que fizeram, dividindo os sólidos em prismas e pirâmides.

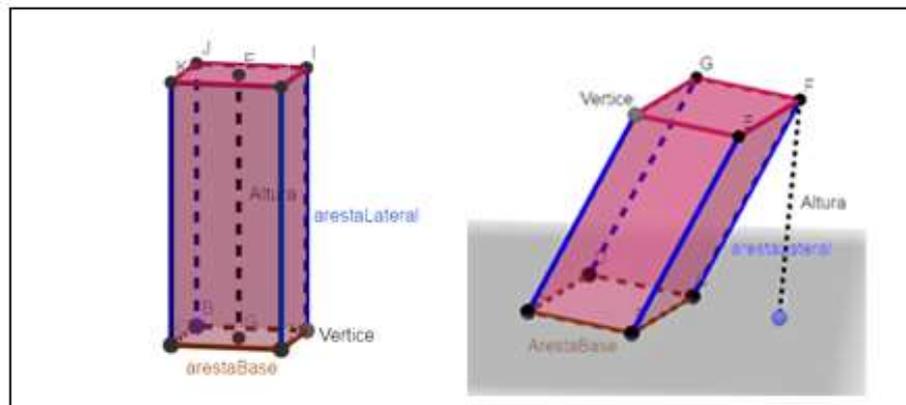
Para que os estudantes pudessem ter uma melhor percepção das características, elementos, semelhanças e diferenças entre os prismas e pirâmides, usou-se do material manipulável e do software Geogebra, conforme havia sido planejado pelo grupo de pesquisa.

Durante a exploração dos sólidos geométricos, os alunos foram identificando os vértices, as arestas, as faces laterais, as características dos prismas e pirâmides e a diferença entre eles, e também a diferença entre um sólido regular reto e um oblíquo para

posteriormente conceituar prismas e pirâmides. Essa conceituação foi feita pelos estudantes e estagiários a partir da apresentação dos prismas e pirâmides no software que foi usado também para revisar as identificações e características de cada um dos sólidos percebidas pelos alunos.

Um aspecto importante, propiciado pelo uso do Geogebra, foi a visualização da altura de um sólido, pois, na manipulação do material concreto, esse aspecto não ficou muito evidente. Na Figura 3, mostra-se um prisma reto e um oblíquo construídos no software e apresentado aos alunos.

**Figura 3:** Prisma reto e oblíquo construído no Geogebra e apresentado aos alunos do Ensino Médio



Fonte: Autora

Como fechamento da aula, os alunos foram convidados a caminhar pela área externa da escola para observar o ambiente e fotografar objetos que tinham a forma de prisma ou pirâmide. As formas mais encontradas pelos estudantes foram a do cubo e a do paralelepípedo. Na Figura 4, apresentam-se duas fotos tiradas pelos alunos, a primeira é uma pedra na forma de cubo e a segunda, um esqueleto de um prisma triangular.

**Figura 4:** Fotos tiradas pelos alunos para representar prismas



Fonte: Autora

Ao término do turno das aulas, o grupo de pesquisa se reuniu para avaliar a atividade aplicada. Nesse momento, os estagiários puderam colocar suas percepções, assim como os elementos que estavam observando a aula. Entre essas observações podem-se destacar:

Estagiário A: *Acho que a maneira como a aula foi desenvolvida contribuiu para que os alunos percebessem as características de cada sólido. O uso das embalagens e do Geogebra ajudou bastante, principalmente para eles compreenderem as características de cada sólido.*

Estagiário B: *Tive um pouco de dificuldade em usar a metodologia, queria chegar nas definições logo, mas também acho que poder tocar, observar, manipular ajuda mais que chegar logo com o abstrato.*

Licenciando observador: *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.*

Pesquisadora: *Percebi que o estagiário B estava um pouco mais incomodado com a metodologia, mas a investigação é assim, tem que deixar que os alunos manuseiem os objetos, conversem, tirem conclusões e a gente (professor) vai conduzindo com questionamentos. Acho que vocês conseguiram desempenhar bem a função de vocês, também acho que se pode ainda explorar mais as embalagens. O uso de software sempre é colaborativo com a visualização e o entendimento, e a atividade das fotos foi uma boa ideia, mas a sua proposta pode ser revista para a próxima aplicação.*

A atividade relatada acima, em todos os seus momentos - planejamento, aplicação e avaliação - foi analisada com a intenção de verificar quais os Conhecimentos do Conteúdo e do Ensino os estagiários possuíam e quais podiam ser aprimorados. Para tanto, durante a sua realização, os indicadores apresentados no Quadro 1 foram observados.

Para Ball *et. al.* (2008), o Conhecimento do Conteúdo e do Ensino está ligado a tudo que envolve o ato de ensinar e as escolhas que o professor faz para que esse se desenvolva de forma harmoniosa como, por exemplo, a escolha de metodologias e recursos a serem utilizados nos diferentes momentos da instrução para o aprimoramento dos alunos.

A programação, a aplicação e a avaliação dessa atividade pelos estagiários participantes da pesquisa, mostrou que há indícios de que eles tinham Conhecimento do Conteúdo e do Ensino, pois ao planejar foram capazes de escolher metodologias e recursos manipuláveis e computacionais que melhor se adequaram ao estudo desse conteúdo, além de

serem capazes de elaborar perguntas relevantes para possibilitar a classificação dos sólidos geométricos e distinguir os prismas e pirâmides.

Na aplicação da atividade, eles souberam, em diferentes momentos, aproveitar as intervenções dos estudantes para ilustrar o conteúdo e identificar as dificuldades e seus possíveis obstáculos para compreensão desses conceitos, fazendo uso dos recursos disponíveis para repará-los. Ao analisar o desenvolvimento das suas aulas, eles verificaram que, mesmo não tendo muita afinidade com a Investigação Matemática, ela se apresenta como uma metodologia eficiente para a construção do conhecimento matemático.

Ball e Bass (2003) afirmam que, entre as habilidades essenciais para o ensino de Matemática, está o entendimento, a avaliação, a comparação e a adequação de diferentes métodos e que o desenvolvimento dessas habilidades é útil para o trabalho do professor. Sendo assim, observa-se que os estagiários ao se desafiarem em realizar essa atividade mostraram ter interesse em tornar o ensino de Matemática mais significativo. Percebeu-se, no desenvolvimento dessa atividade e no relato dos estagiários, que há indícios de que eles possuíam o conhecimento do conteúdo e conseguiam programar recursos, metodologias e elaborar perguntas para tornar o conteúdo mais compreensível.

## **Conclusão**

Esse trabalho faz parte de uma pesquisa que está em desenvolvimento e os dados coletados estão em fase de análise. Das análises preliminares dos resultados da pesquisa, pode-se inferir que a metodologia de Pesquisa Baseada em *Design* tem se mostrado eficaz na construção do Conhecimento Matemático, para o Ensino dos estudantes estagiários. Primeiro, ao propor que o trabalho seja realizado por meio de um grupo de pesquisa que, ao planejar as atividades juntos, consegue estudar, investigar materiais, métodos, metodologias e recursos, discutir e trocar ideias, ser apoio uns dos outros. Além de acompanhar todo o processo de aplicação, indicando os pontos positivos e negativos do trabalho para que esse possa ser melhorado.

A proposta da construção de um artefato e da divisão em fases propiciou o estabelecimento de um objetivo e uma ordem ao trabalho. Esse trabalho iniciou com a análise do problema educativo, a aprendizagem de Geometria Espacial por alunos do Ensino Médio. A seguir ocorreram os encontros de planejamento do artefato pedagógico, a sequência didática a ser aplicada nos estágios, sua aplicação e avaliação.

Os encontros de preparação e análise do artefato serviram para que os estagiários

pudessem refletir sobre a sua prática docente, sobre como eles veem o processo de ensino e aprendizagem; e também sobre a forma como eles, enquanto professores, pensam em atuar nesse processo, a fim de despertar em seus alunos interesse pelo conteúdo em estudo e pela Matemática, visto que a atividade de aprendizagem está ligada às experiências vividas pelo estudante e estimuladas pelo professor.

No planejamento da sequência de atividades, se propôs o uso de materiais manipuláveis e de metodologias de ensino com a intenção de facilitar a visualização e o entendimento do conteúdo pelos alunos, assim como a participação ativa deles. Acredita-se que a escolha pela metodologia de Investigação Matemática, o uso de materiais manipuláveis e o software Geogebra para a atividade de identificação de prismas e pirâmides contribuíram para a aprendizagem dos alunos e o entendimento do conteúdo estudado.

Na análise da aplicação dessa atividade, pôde-se perceber que os estagiários estavam preocupados com o desenvolvimento da aula e, em especial, com a aprendizagem dos alunos. Dentre os indicativos criados para identificar o Conhecimento do Conteúdo e do Ensino, observou-se que os estagiários conseguiram, nessa atividade, escolher a metodologia e os recursos manipuláveis e computacionais a serem utilizados, aproveitar as intervenções dos estudantes para ilustrar o conteúdo, assim como, analisar o desenvolvimento de sua aula e verificar se a metodologia e recursos utilizados foram eficientes.

A realização da primeira etapa da pesquisa propiciou que os Conhecimentos Matemáticos para o Ensino dos estagiários fossem observados pela pesquisadora e para que eles conhecessem, elaborassem e avaliassem a sequência de atividades a partir da metodologia de Pesquisa Baseada em *Design*.

Pelo exposto e a partir dos indicadores criados e apresentados no Quadro 1, para identificar se os estagiários possuem Conhecimento do Conteúdo e do Ensino, pode-se concluir que esses estão em fase de formação inicial, no qual vivenciam suas primeiras atividades como docentes e que, apesar de não estarem familiarizados com a metodologia proposta se desafiaram em realizar um trabalho em que o processo de ensino e aprendizagem fosse evidenciado. A escolha pela metodologia de Pesquisa Baseada em *Design* colaborou com essa construção, assim como com a consolidação da parceria e do trabalho em conjunto do grupo de pesquisa por meio de reflexões, investigações e socializações.

## Referências

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.

\_\_\_\_\_; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special? **Journal of Teacher Education**, 59 (5), pp. 389-407, 2008.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP nº 002/2002**, de 19 de fevereiro de 2002. Brasília, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CP022002.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2019.

BROWN, A. L. Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of The Learning Sciences**, 2 (2), pp. 141–178, 1992.

COBB, P.; CONFREY, J.; DISESSA, A.; LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. Design experiments in education research. **Educational Researcher**, v.32, n.1, pp. 9-13, 2003.

DBR-COLLECTIVE. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 5–8, janeiro, 2003. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X032001005>. Acesso em: 5 jan. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320337173\\_Design-Based\\_Research\\_in\\_Science\\_Education\\_One\\_Step\\_Towards\\_Methodology](https://www.researchgate.net/publication/320337173_Design-Based_Research_in_Science_Education_One_Step_Towards_Methodology). Acesso em: 12 mai. 2019.

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, pp. 43-70, 2008.

GRAVEMEIJER, K.; COBB, P. Design Research from the Learning Design Perspective. **Educational Design Research**. Part A: An Introduction, slo, pp.72-113, 2013.

GRAVEMEIJER, K.; VAN EERDE, D. Design research as a means for building a knowledge base for teachers and teaching in mathematics education. **The Elementary School Journal**, 109(5), pp. 510-524, 2009.

HILL, H.; BALL, D.; SCHILLING, S. Unpacking “pedagogical content knowledge”: Conceptualizing and measuring teachers’ topic-specific knowledge of students. **Journal for Research in Mathematics Education**, 39(4), pp. 372-400, 2008.

HURREL, D. P. What Teachers Need to Know to Teach Mathematics: An argument for a reconceptualised model. **Australian Journal of Teacher Education**, 38(11), 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2013v38n11.3>. Acesso em: 15 out. 2019.

JUUTI, K; LAVONEN, J. Design- based research in science education: one step towards methodology. **Nordina**, v. 4, p. 54-68, 2006.

MINAYO, M. C. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, Vozes, 2002.

PONTE J. P. **Investigar, ensinar e aprender**. Actas do ProfMat 2003 (CD-ROM, pp. 25-39). Lisboa: APM, 2003.

\_\_\_\_\_, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemática na sala de aula**. 3. edição. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

RAMOS, P. **Ambiente Virtual Vivências**: análise do processo de desenvolvimento na perspectiva da pesquisa baseada em design. 2010. 240 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

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

\_\_\_\_\_. What are the differences between the various design-based methods of inquiry? **Net**, Youtube, 5 de fev. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aKsVdbGpiD4>. Acesso em: 12 out. 2019.

ROGENSKI, M. L. C.; PEDROSO, S. M. D. **O Ensino da Geometria na Educação Básica**: realidade e possibilidades, 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/44-4.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

SCHULMAN, L.; SHULMAN, J. Como e o que os professores aprendem: uma perspectiva em transformação. Tradução de Leda Beck. **Cadernos Cenpc**, São Paulo, v. 6, n. 1, p.120-142, jan./jun, 2016.

TOMAZ, V. S.; DAVID, M. M. M. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

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-I/listas/Texto%2023-03%20-%20MAT%20102%20-%202015-I.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

VIEIRA, C. R. **Reinventando a geometria no ensino médio**: uma abordagem envolvendo materiais concretos, softwares de geometria dinâmica e a teoria de Van Hiele. 2010. 155f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

**Recebido em: 23 de junho de 2020**  
**Aprovado em: 11 de agosto de 2020**