



VIII Jornada Nacional de
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
XXI Jornada Regional de
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Educação Matemática: identidade
em tempos de mudança
06 a 08 de maio de 2020



DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PESQUISA BASEADA EM DESIGN ENVOLVENDO O TEOREMA DE PITÁGORAS: UMA EXPERIÊNCIA COM PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Charles Bruno da Silva Melo
Universidade Franciscana - UFN
xarlesdemelo@yahoo.com.br

Eleni Bisognin
Universidade Franciscana - UFN
eleni.bisognin@gmail.com

Eixo Temático: Práticas e Intervenções na Educação Básica e Superior.

Modalidade: Relato de experiência.

Resumo

O presente trabalho visa descrever uma experiência vivenciada por dois professores de Matemática de uma escola privada de Santa Cruz do Sul/RS ao construir e implementar um artefato pedagógico, nesse caso, uma situação-problema envolvendo o Teorema de Pitágoras, chamada “Pedro e Pitágoras” para turmas do 9º ano do Ensino Fundamental. Inicialmente, foi realizada uma revisão teórica sobre a metodologia da Pesquisa Baseada em Design, bem como, o planejamento e estruturação das quatro etapas propostas por Reeves (2000) para essa metodologia: descrição do problema educativo, descrição do desenvolvimento do artefato pedagógico, descrição da intervenção pedagógica, análise e avaliação de todo processo. Nesse relato são evidenciadas todas as fases pelo olhar do primeiro autor. A experiência teve por objetivo vivenciar o planejamento e implementação de uma Pesquisa Baseada em Design, bem como proporcionar uma nova possibilidade para uso em sala de aula.

Palavras-chave: Pesquisa Baseada em Design. Teorema de Pitágoras. Educação Matemática.

1 Introdução

Baseado na vivência profissional, no decorrer dos anos, nota-se que os alunos demonstram dificuldades em estabelecer ligações entre representações algébricas e geométricas feitas em sala de aula, ocasionando uma falha na compreensão do objeto matemático, principalmente no processo envolvendo o estudo do Teorema de Pitágoras. Essa ausência pode ser originada de diferentes fatores, dentre eles, a falta da exploração de

diferentes formas de representações para o mesmo objeto pelo professor, dando maior ênfase na parte algébrica.

Para que ocorra essa transição é necessário que seja explorada a visualização, definida por Leivas (2009) como “um processo de formar imagens mentais, com a finalidade de construir e comunicar determinado conceito matemático, com vistas a auxiliar na resolução de problemas analíticos ou geométricos.” (p. 22).

A partir desse propósito adotou-se a Pesquisa Baseada em Design – PBD como uma possível alternativa pedagógica para desenvolver esse processo, pois, de acordo com Kelly (2003), a ideia de design está fortemente relacionada ao desenvolvimento de um produto/artefato pedagógico. A PBD não busca somente desenvolver e testar intervenções, mas incorporar e refletir relações entre teoria, artefato pedagógico desenvolvido e a prática, para dessa forma contribuir para o cenário educacional.

Diante deste contexto, neste trabalho será descrito uma experiência vivenciada por dois professores de Matemática de uma escola privada de Santa Cruz do Sul/RS em que são descritas todas as etapas da Metodologia Baseada em Design, conforme Reeves (2000).

2 Orientações Teóricas

A PBD propõe o estudo de intervenções educacionais, fundamenta-se na natureza aplicada da pesquisa educacional e assume que fenômenos como aprendizagem, conhecimento e contexto social não podem ser tratados como processos estanques. As investigações incluem projetar e desenvolver ferramentas tecnológicas, estratégias e materiais educativos apoiando-se em teorias e princípios para dar suporte e analisar intervenções em contextos naturais de ensino e aprendizagem (REEVES, 2000; VAN DEN AKKER, 1999).

Ainda, conforme Ramos e Struchiner (2010) a PBD tem o foco em problemas educativos tidos como complexos no contexto dos processos de ensino e de aprendizagem a partir de uma abordagem centrada na interação e colaboração entre pesquisadores e demais sujeitos envolvidos, como é o caso de professores e alunos.

De acordo com Ramos (2010):

Pesquisa Baseada em Design refere-se a abordagens que assumem como compromisso aliar pesquisa e desenvolvimento de intervenções pedagógicas em contextos reais de aprendizagem, com o objetivo tanto de promover a melhoria das práticas educativas quanto de produzir conhecimentos sobre o processo ensino-aprendizagem (p. 21).

Reeves (2000) destaca que existem quatro etapas para compreender como funciona a Pesquisa Baseada em Design (Figura 1).



Fonte: Reeves (2000, p. 34).

Figura 1: 1etapas da Pesquisa Baseada em Design conforme Reeves (2000).

Nas etapas descritas na Figura 1, pode-se compreender esse processo com base em algumas características: I) descrição do problema educativo: análise do problema educativo, planejamento e organização para estruturação da pesquisa; II) descrição do desenvolvimento do artefato pedagógico: desenvolvimento do artefato pedagógico por meio de uma teoria norteadora; III) descrição da intervenção pedagógica: necessária para compreender e avaliar a contribuição do artefato pedagógico e IV) análise retrospectiva para avaliar o processo e se necessário fazer um re-design.

Todo esse processo é documentado e avaliado, os conhecimentos originados por meio dessa avaliação permitem que se reflita sobre o processo e, com base nessa reflexão, possa se projetar e planejar novas ações.

Cabe ressaltar também, que a PBD tem caráter de intervenção, já que promove uma ligação entre teórica e prática, buscando contribuir nas duas dimensões. Van den Akker (1999) enfatiza que a inter-relação entre a teoria e a prática é muito complexa e dinâmica, que a aplicação direta da teoria muitas vezes não é suficiente para resolver alguns tipos de problemas relacionados à prática. Ele ainda afirma que "sem o envolvimento cooperativo de pesquisadores e profissionais não é possível ganhar uma clareza sobre os problemas advindos da implementação e gerar medidas efetivas para reduzi-los" (Van den Akker, 1999, p.9).

¹ Adaptada pelo autor.

3 Relato das etapas da PBD

A partir do estudo teórico sobre a PBD, os professores iniciaram o planejamento com o intuito de vivenciar e experienciar essa proposta em sala de aula. A primeira etapa foi utilizada para estabelecer o objetivo voltado ao trabalho do professor e o uso da situação-problema em sala de aula. A segunda abrangeu a delimitação do artefato, nesse caso estabelecido como uma situação-problema envolvendo o Teorema de Pitágoras e da teoria norteadora, enquanto a terceira etapa consistiu da intervenção pedagógica. A quarta etapa aponta à análise retrospectiva da metodologia.

3.1 Etapa I: descrição do problema educativo

A partir da experiência como docente, percebeu-se que a maioria dos alunos apresenta dificuldades na compreensão do Teorema de Pitágoras, principalmente na conexão entre a representação geométrica, que o define, aliado a uma valorização apenas da representação algébrica, que por muitas vezes é utilizada sem a devida relação conceitual.

Sendo assim, os professores de Matemática de uma escola particular em Santa Cruz do Sul/RS reuniram-se para planejar e traçar estratégias que pudessem superar esse cenário, uma vez que, em breve seria iniciado o conteúdo na turma do 9º ano da escola. Foram realizados seis encontros semanais para esse planejamento.

O primeiro ponto definido com relação à construção do artefato pedagógico, foi de que deveria envolver o uso de algum software de geometria dinâmica, para que os alunos pudessem manipular e visualizar as possíveis relações que poderiam ser obtidas por meio do Teorema de Pitágoras.

Desse modo foi escolhido o software GeoGebra, pois nele podem-se explorar conceitos geométricos e algébricos. Outros fatores importantes na escolha desse software foram: a facilidade de sua interface, pois os comandos são apresentados em linguagem simples e de fácil entendimento, além dos professores já terem utilizado em turmas dos anos anteriores e os alunos já tinham um domínio maior na manipulação.

Da mesma forma, deveria ser desenvolvida e utilizada uma situação-problema que pudesse ter características da realidade, pois possibilitaria desenvolver muitas habilidades e competências relacionadas ao conhecimento matemático.

Definido que o artefato pedagógico seria uma situação-problema envolvendo o uso do GeoGebra, foi necessário analisar em que ano do Ensino Fundamental deveria ser aplicado. Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) o Teorema de Pitágoras deve ser estudado nas turmas de 9º ano de modo a desenvolver as habilidades de: demonstrar

relações métricas no triângulo retângulo, resolver e elaborar problemas de aplicação do Teorema de Pitágoras. Portanto, o artefato pedagógico foi direcionado para ser utilizado com alunos do 9º ano que já possuem noções básicas envolvendo o triângulo retângulo, bem como conhecimentos mínimos relacionados ao uso do software GeoGebra.

3.2 Etapa II: desenvolvimento do artefato e teoria norteadora

O artefato construído é uma situação-problema denominada “Pedro e Pitágoras” sendo criada com características de uma situação próxima da realidade, a partir do método de estudo de caso (Figura 2).

Segundo Sá e Queiroz (2010), casos são narrativas sobre dilemas, vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões a respeito de determinados assuntos. A familiarização com o contexto do caso e com os seus personagens acaba por impulsionar os estudantes na busca de escolhas, e posterior tomada de decisão, necessária para a sua resolução.

“Pedro e Pitágoras”

Pedro sempre morou e estudou em Candelária, onde concluiu o Ensino Médio juntamente com alguns amigos de infância. Depois de tantos anos estudando juntos, finalmente a separação foi inevitável. Pedro prestou vestibular para Matemática na UFSM e Jorge para Letras, na mesma universidade. Fernando, Sinara, Diana e Marcia optaram por Arquitetura na UNISC. Ao visitar a família no feriado, Pedro tomou conhecimento de uma situação estranha que ocorria por lá. Logo ao amanhecer, ao tomar café, seus pais, Seu Charles e Dona Marcia, lhe contaram o que estava acontecendo.

- Filho, estão construindo uma praça na cidade, mas ela é diferente. Vai ter o formato de Pitágoras. Não, o formato da representação do matemático, mas da comprovação geométrica do seu teorema. Porém, os arquitetos da prefeitura não conseguem definir que figuras geométricas utilizam.

- Pai, eu posso ajudar! E meus amigos que estudam arquitetura na UNISC também.

Você é um dos amigos de infância de Pedro, e terá que ajudá-lo a resolver o problema da construção da praça de Pitágoras. Por isso, temos que pensar e solucionar as seguintes situações:

Figura 2: situação-problema utilizada como artefato pedagógico.

Além dessa estrutura, a situação-problema foi construída também levando em conta a definição de um bom problema proposta por Dante (1998). O autor ressalta que um bom problema deve: ser desafiador para o aluno, real, interessante, ser o elemento de um problema realmente desconhecido; não consistir na aplicação evidente e direta de uma ou mais operações aritméticas e ter um nível adequado de dificuldade.

Essa etapa se configurou como a mais trabalhosa e envolveu muitas discussões com relação ao caso proposto, pois, ao mesmo tempo que ela se aproximava do real, poderia provocar nos alunos obstáculos epistemológicos com os conceitos de área e volume, caso não estivessem bem definidos.

3.3 Etapa III: descrição da intervenção pedagógica

A intervenção pedagógica foi realizada em novembro de 2019 e contou com a participação de uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental com 30 alunos no tempo de 2h/aula de 45 minutos no laboratório de informática da escola. (Figura 3).



Figura 3: turma resolvendo a situação-problema.

A atividade foi acompanhada pelos dois professores que utilizaram como instrumentos de coleta de dados: o diário de campo e a observação participante.

De acordo com Severino (2007, p. 125), observação “é todo procedimento que permite acesso aos fenômenos estudados. É etapa imprescindível em qualquer tipo ou modalidade de pesquisa”.

Por meio do diário de campo, Fiorentini e Lorenzato afirmam que (2006, p.119), “o pesquisador registra observações de fenômenos, faz descrições de pessoas e cenários, descreve episódios ou retrata diálogos”.

Utilizando esses instrumentos, foram analisadas, mais especificamente: as dificuldades e facilidades no processo a partir do uso do artefato pelos alunos.

No laboratório de informática da escola, os alunos trabalharam em pequenos grupos. Inicialmente, a professora titular propôs a situação-problema aos estudantes, avisando a necessidade e a importância dos registros, assim como a utilização do GeoGebra para auxiliar na tomada de decisões.

O primeiro questionamento destinados os estudantes, foi o que é o Teorema de Pitágoras. Para auxiliar na resposta, foi sugerido que eles realizassem uma pesquisa de modo rápido.

Na sequência, a professora informou que: *“O Teorema de Pitágoras é válido para um triângulo retângulo. Portanto a base da praça deve ser essa figura geométrica. Utilizando o GeoGebra, como é possível construir um triângulo retângulo? Ajude nessa construção! Você*

não pode utilizar a ferramenta polígono, deve pensar nos elementos que caracterizam um triângulo retângulo.” Grande parte dos estudantes optaram pela utilização de retas perpendiculares para a construção do triângulo retângulo, evidenciando que eles identificam a principal característica de um triângulo retângulo, como também o conceito de reta perpendicular.

Posteriormente, os alunos receberam a informação: *“Durante a conversa com os amigos, Pedro afirma: “Se eu construir quadrados sobre a hipotenusa e os catetos então poderei comprovar o Teorema de Pitágoras. Esse poderá ser o formato da praça!”. Essa afirmação está correta? Por quê? Faça a construção no GeoGebra e verifique! Não esqueça de registrar e explicar a estratégia.*” Nesse caso, a maioria dos alunos afirmou que estava correto o raciocínio, justificando que a soma das áreas dos quadrados cujos lados são os catetos é igual a área do quadrado cujo lado é a hipotenusa.

Novamente foi lançado um questionamento: *“Fernando, durante a atividade anterior fez uma observação pertinente: “E se ao invés de construirmos quadrados sobre os catetos e a hipotenusa, construíssemos outros polígonos regulares como triângulos, pentágonos ou hexágono será que existe uma relação entre as áreas dos polígonos construídos sobre os catetos e a hipotenusa? Ainda teríamos a relação do Teorema de Pitágoras?”.* Essa pergunta proporcionou muitas discussões entre os alunos, de modo que a professora pode mediar esse processo entre os grupos.

Alguns alunos já tinham estudado o Teorema de Pitágoras e outros não, muitos já tinham visto a representação geométrica do teorema utilizando os quadrados, mas não sabiam o porquê. Da mesma forma, eles puderam observar que a relação entre a soma das áreas dos quadrados construídos sobre os catetos é igual a área do quadrado construído sobre a hipotenusa se mantém para outros polígonos regulares, porém não caracteriza o teorema de Pitágoras. Essa constatação foi percebida apenas por um grupo. À medida que os alunos iam realizando as construções no GeoGebra e constatando a relação da soma das áreas, surgiam cada vez mais dúvidas com relação ao teorema.

Na questão seguinte, os alunos receberam a informação: *“Diana foi além. Pensou em construir um chafariz com a representação geométrica do teorema de Pitágoras utilizando o volume. Para isso, sugeriu projetar alturas sobre as figuras planas construídas sobre os catetos e a hipotenusa. Nessa situação, a relação do teorema poderia ser utilizada para o volume? Poderia ser chamada de teorema de Pitágoras?”.* Nesse questionamento, todos os alunos afirmaram que não poderia ser utilizado o Teorema de Pitágoras para o volume, sendo utilizadas como justificativas que: as medidas dos catetos e hipotenusas serem elevadas ao

quadrado e não ao cubo e que o teorema envolve figuras bidimensionais ou planas e não tridimensionais.

Finalizando a aplicação do artefato, foi questionado: “*A partir das situações vivenciadas juntamente com Pedro e seus amigos, qual deve ser o formato da praça que respeita a representação do teorema de Pitágoras e, portanto, deve ser enviado para a prefeitura?*”. Os alunos receberam os possíveis formatos para a praça, conforme Figura 4.

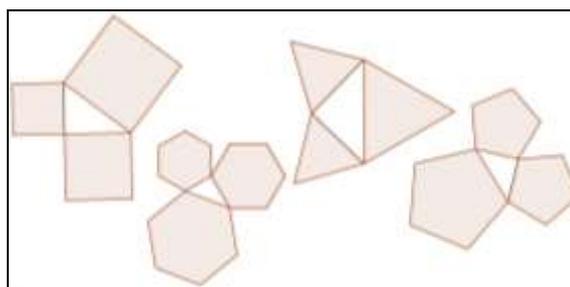


Figura 4: possíveis formatos para a praça.

A maioria dos estudantes optou pela representação envolvendo quadrados sobre os catetos e hipotenusa, com a justificativa de que para se calcular a área do quadrado deve-se elevar ao quadrado a medida do lado, porém, dez alunos afirmaram que poderia ser qualquer formato, já que em todas as figuras a soma das áreas dos quadrados cujos lados são os catetos era igual à área do quadrado cujo lado era a hipotenusa.

3.4 Etapa IV: avaliação e análise do processo

Essa etapa consiste na análise das fases anteriores, com o intuito de identificar pontos positivos e negativos para um possível re-design e possibilidade de aplicação em outras turmas.

Na primeira fase pode ser apontado como pontos positivos o comprometimento dos professores em se reunir semanalmente, bem como a objetividade em definir um problema comum e que estratégias poderiam ser utilizadas para saná-lo.

No desenvolvimento do artefato, ocorreram alguns equívocos em relação ao planejamento do tempo para aplicação da atividade. A situação-problema deveria ser resolvida em mais períodos de aula. Do mesmo modo, seria necessário revisar em que momento o artefato deveria ser utilizado: para introduzir o Teorema de Pitágoras ou ao final do conteúdo já dado? Utilizamos o artefato em um momento em que a turma já havia iniciado o estudo, porém não finalizado, promovendo ainda mais discussões acerca do conteúdo.

Durante a intervenção pedagógica, pode-se constatar que a turma se envolveu na atividade. Os alunos pontuaram que gostaram de utilizar o GeGebra, da mesma forma questionaram que o tempo foi curto; gostariam de ter mais tempo para realizar as atividades e um número maior de construções no software. Além disso, a proposta possibilitou que os estudantes tivessem momentos para discutir e refletir de modo coletivo o conteúdo em estudo.

Essas etapas serão revistas para uma nova utilização da situação-problema em sala de aula, ajustando os itens mencionados promovendo a forma cíclica da PBD.

4 Considerações Finais

Após o desenvolvimento da investigação de PBD proposta por Reeves (2000), foi possível constatar que é necessário um envolvimento coletivo dos professores para um planejamento efetivo, assim como objetividade no trabalho docente.

Igualmente, teve-se ter um cuidado com o planejamento do tempo para as atividades que serão desenvolvidas em sala de aula e o foco na implementação do artefato, desse modo pode-se estabelecer com segurança o momento adequado para a utilização dele, proporcionando um maior aproveitamento educacional.

Em relação à aplicação do artefato, mesmo sendo necessário alguns ajustes, pode-se afirmar que a situação-problema se configura como um bom artefato pedagógico, visto que promoveu um envolvimento dos alunos durante toda atividade, proporcionou o uso do software GeoGebra como uma ferramenta pedagógica. O uso do software foi importante na visualização de representações geométricas e tomada de decisões, permitiu que os estudantes pudessem discutir e refletir de modo coletivo sobre o conteúdo, desse modo, aprenderem em ação, ou seja, foram sujeitos ativos no processo de construção do próprio conhecimento, além de ser uma proposta diferente daquela que vinha sendo utilizada em anos anteriores pelos professores.

5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) Código de Financiamento 001.

6 Referências

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf. Acesso em: 2 dez. 2019.

DANTE, L.R. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. 2ªed. São Paulo: Ática, 1998.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigações em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.

KELLY, A. E. **Theme issue: the role of design in educacional research**. Educational Researcher, v. 32, n. 1, p. 3-4, 2003.

LEIVAS, J. C. P. **Imaginação, Intuição e Visualização: a riqueza de possibilidades da abordagem geométrica no currículo de cursos de licenciatura de matemática**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009, 294 p.

RAMOS, P.; STRUCHINER, M. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para o ensino da medicina por uma equipe multidisciplinar: fatores que influenciam a análise do problema educativo**. In Interface (Botucatu), vol.15, N.36, Botucatu Jan./Mar. 2011, Epub Dec 17, 2010.

RAMOS, P. **Ambiente Virtual Vivências: análise do processo de desenvolvimento na perspectiva da pesquisa baseada em design**. Rio de Janeiro: UFRJ/ NUTES, 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. Enhancing the worth of instructional technology research trough “design experiments” and other developmental research strategies, **Annual meeting of the American Educational research association (AERA)**. New Orleans, LA, 2000.

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2010.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

VAN DEN AKKER, J. **Principles and methods of development research**. In: J. VAN DEN AKKER, N. NIEVEEN, R. M. BRANCH, K. L. GUSTAFSON, & T. PLOMP, (Eds.). The Design methodology and developmental research in education and training. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999.