

GEOMETRIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ATIVIDADE EM ESPAÇO FORMAL E NÃO FORMAL

DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2019.8.16.156-178>

Rosana de Souza Machado¹
Thais Scotti do Canto Dorow²
José Carlos Pinto Leivas³

Resumo: Este artigo apresenta resultados de uma atividade realizada no sétimo ano do Ensino Fundamental, que teve como objetivo investigar como os alunos visualizam, reconhecem e classificam formas geométricas planas ao explorarem um ambiente não formal. A fundamentação teórica foi baseada no modelo de desenvolvimento do raciocínio em Geometria de Van Hiele. Essa atividade é parte de uma pesquisa que possui o diferencial de que a coleta de dados foi realizada em espaço não formal e, posteriormente, trazida para o espaço formal da sala de aula. Considerando que o desenvolvimento da Ciência Matemática, em particular da Geometria, tem a finalidade de contribuir para a construção do conhecimento matemático, já na primeira fase da escolarização, entende-se que o objetivo de visualizar, reconhecer e classificar formas geométricas planas, ao explorar um ambiente não formal, subsidia o ensino e promove a construção do conhecimento matemático/geométrico. Os resultados mostraram que o reconhecimento de formas geométricas planas, encontradas em um espaço não formal, na natureza e nas construções humanas, permitiram o avanço em níveis do modelo, inclusive, resgatando alunos que não apresentavam rendimento satisfatório em aulas convencionais. Muito embora formas geométricas planas sejam construtos mentais, visualizá-las e reconhecer suas propriedades em um ambiente concreto permitiram à professora ensinar outros conteúdos de Geometria, com melhor aprendizagem dos alunos do que em anos anteriores, apenas em sala de aula.

Palavras-chave: Matemática. Forma geométrica plana. Modelo Van Hiele.

GEOMETRY AT ELEMENTARY SCHOOL: AN ACTIVITY IN FORMAL AND NON-FORMAL SPACE

Abstract: This article presents results of an activity carried out with seventh grade class at elementary school, whose objective was to investigate how these students visualize, recognize and classify plane geometric shapes, exploring a non-formal environment. The theoretical basis was based on the Van Hiele geometry development model. This study differs from others in the sense that data collection was performed in a non-formal environment and later brought to the formal learning context of a classroom. Taking into consideration that the development of Mathematical Sciences, especially Geometry, contributes to the construction of mathematical knowledge since the first years of schooling, one understands that visualizing, recognizing and classifying geometric plane shapes, while exploring a non-formal environment, promotes teaching and builds up mathematical/geometric knowledge. The results showed that the recognition of geometric plane shapes, which were found in a non-formal environment, in nature and in human constructions, allowed the students to progress through the levels of the model, even helping the ones who did not have a satisfactory performance in conventional classes. Although geometric plane shapes are mental constructs, visualizing them and

¹ Mestre em Ensino de Matemática, UFN, Santa Maria, RS, Brasil, E-mail: rogabibe@hotmail.com.

² Doutora em Ciências (Botânica), UFN, Santa Maria, RS, Brasil, E-mail: thaisdorow@gmail.com.

³ Doutor em Educação (Matemática), UFN, Santa Maria, RS, Brasil, E-mail: leivasjc@ufn.edu.br.

recognizing their properties in a concrete environment allowed the teacher to teach other Geometry contents, with better student learning than in previous years, only in the classroom.

Keywords: Mathematics. Geometric plane shape. Van Hiele Model.

Introdução

De acordo com o emérito cientista e educador matemático D'Ambrosio (1996, p. 7), a Matemática é “uma estratégia desenvolvida pela espécie humana, ao longo de sua história, para explicar, entender, manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível e com o seu imaginário, dentro de um contexto natural e cultural”. Ainda, ela é vista pela sociedade como um dos principais conhecimentos que o ser humano deve adquirir. Entretanto, essa área da Ciência, como disciplina escolar e acadêmica, fica distante do cotidiano da maioria das pessoas e, uma de suas subáreas, a Geometria, muitas vezes, é desenvolvida de forma abstrata, sem relações com a realidade do aluno, não permitindo que ele consiga entender alguns conceitos. Isso se deve, principalmente, ao fato dele não conseguir associar o conteúdo abordado, em sala de aula, com uma situação que possa surgir em sua vida.

Fonseca *et al.* (2002) destacam que a Geometria

[...] é uma das melhores oportunidades que existem para aprender matematizar a realidade. É uma oportunidade de fazer descobertas como muitos exemplos mostrarão. Com certeza, os números são também um domínio aberto às investigações, e pode-se aprender a pensar através da realização de cálculos, mas as descobertas feitas pelos próprios olhos e mãos são mais surpreendentes e convincentes. Até que possam de algum modo ser dispensadas, as formas no espaço são um guia insubstituível para a pesquisa e a descoberta (pp. 92-93).

Nasser (1990), com o intuito de qualificar o ensino de Geometria no Brasil, divulgou o modelo de Van Hiele como uma estratégia-referência de ensino, na medida em que proporciona, ao professor, um olhar mais reflexivo sobre o processo de aprendizagem. Acrescentamos, esse modelo propicia estabelecer relação espacial com os objetos e com os movimentos no mundo real, onde ocorre o desenvolvimento da habilidade de localização, de visualização, de representação e de construção mental das formas geométricas. Portanto, investigar o modelo de Van Hiele, aplicado em atividades tanto no ambiente escolar (espaço formal) quanto no ambiente fora da escola (espaço não formal), pode contribuir para o que

abordou D'Ambrosio (1996).

Considerando que a Geometria está presente, tanto em espaços formais quanto em não formais, desde os objetos criados pelo homem até as variadas formas na natureza, o ensino e a pesquisa, realizadas em ambientes não formais, podem contribuir para que a Matemática não seja apenas uma mera 'transmissão' de conteúdo (por parte do professor) e memorização (por parte dos alunos). Para alguns pesquisadores, a educação, hoje, não pode mais fixar ao ambiente estritamente escolar (JACOBUCCI; JACOBUCCI; MEGID NETO, 2009; MARANDINO, 2009; ROCHA; LEMOS; SCHALL, 2007; VALENTE; CAZELLI; ALVES, 2005). Assim, a utilização de um espaço não formal representa uma importante estratégia de ensino e de pesquisa, uma vez que ajuda a despertar a motivação e promover a contextualização dos saberes que costumam ser associados apenas à escola.

A partir dessas considerações iniciais, o presente artigo consta de um recorte de uma dissertação, realizada pela primeira autora (MACHADO, 2017), num Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, orientada pelos outros dois autores, a qual teve por objetivo investigar como alunos de um sétimo ano do Ensino Fundamental visualizam, reconhecem e classificam formas geométricas planas, por meio do modelo de Van Hiele, ao explorarem um ambiente não formal.

Visitando a literatura

Conforme as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN (BRASIL, 1997),

[...] a Matemática precisa estar ao alcance de todos e a democratização do seu ensino deve ser meta prioritária do trabalho docente (...). No ensino de Matemática, destacam-se dois aspectos básicos: um consiste em relacionar observações do mundo real com representações; outro consiste em relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos (p. 19).

Para as séries finais, o mesmo documento evidencia a importância de atividades de visualização de formas geométricas na natureza e nas criações humanas, o que conduz ao pensamento de envolver os espaços não formais no ensino e na aprendizagem do conteúdo geométrico,

[...] uma das possibilidades mais fascinantes do ensino da Geometria consiste em levar o aluno a perceber e valorizar sua presença em elementos da natureza e em criações do homem. Isso pode ocorrer por meio de atividades em que ele possa explorar formas como as de flores, elementos marinhos, casa de abelha, teias de aranha, ou formas em obras de arte, esculturas, pinturas, arquitetura, ou ainda em desenhos feitos em tecidos, vasos, papéis decorativos, mosaicos, pisos, etc. (BRASIL, 1997, p. 128).

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2016) salienta, no que diz respeito às habilidades necessárias ao estudante do Ensino Fundamental, que

[...] organizar e ordenar objetos familiares ou representações por figuras, por meio de atributos, tais como cor, forma e medida; realizar pesquisa, envolvendo até duas variáveis categóricas de seu interesse e universo de até 30 elementos, e organizar dados por meio de representações pessoais; concluir, por meio de investigações, que uma igualdade não se altera ao adicionar, subtrair, multiplicar ou dividir seus dois membros por um mesmo número, para construir a noção de equivalência. (Idem, p. 233)

Dessa forma, utilizar os espaços não formais para organizar materiais relacionados à Geometria, pesquisar e organizar os dados coletados para o espaço formal, utilizando os elementos de uma teoria, como a de Van Hiele, proporcionou a aquisição das habilidades preconizadas nos documentos supracitados.

A Teoria de Van Hiele, para o desenvolvimento do raciocínio em Geometria, utiliza cinco níveis hierárquicos (nível 0 - visualização ou reconhecimento; nível 1 - análise; nível 2 - abstração; nível 3 - dedução; nível 4 - rigor), os quais não dependem da idade cronológica dos indivíduos, sendo o primeiro deles denominado reconhecimento, visualização ou básico, ao qual nos reportamos, uma vez que o termo visualização vai além do empregado informalmente como o 'ver com os olhos'. Tal habilidade encontra guarida nos estudos de Costa (2000), Fainguelernt (1999), Flores, Wagner e Buratto (2012), dentre outros.

O modelo de Van Hiele tem sido objeto de estudos de pesquisadores brasileiros tais como Nasser (1992), uma das pioneiras a esse respeito, que desenvolveu sua tese doutoral na Inglaterra. A autora denomina o primeiro nível de básico e o caracteriza como aquele em que "os estudantes reconhecem e identificam as transformações - reflexão, rotação, translação e

ampliação⁴” - (trad. nossa, p. 149). Já para o segundo nível a mesma o caracteriza como sendo aquele em que “os estudantes identificam e analisam propriedades de transformações, tais como reflexões, rotações, amplitude e direção de uma translação, fator de redução ou ampliação. Eles podem distinguir quais transformações preservam comprimentos” (149). No terceiro nível “os estudantes reconhecem combinações de transformações, e como desfazer uma transformação. Condições necessárias e suficientes são compreendidas e eles são capazes de escrever afirmações embasadas nas transformações aplicadas” (149). O próximo nível se caracteriza pelo fato de que os “estudantes compreendem o significado de dedução, a recíproca de um teorema e são capazes de acompanhar e esboçar demonstrações formais usando transformações. Por fim, no último nível, é caracterizado pela autora como sendo aquele em que os “estudantes realizam demonstrações formais de propriedades e estabelecer transformações em diferentes sistemas” (p.149).

Kaleff *et al.* (1994), assim como Nasser, começam com o nível 0 - VISUALIZAÇÃO ou RECONHECIMENTO. Afirmam ser um estágio inicial em que os alunos raciocinam basicamente por meio de considerações visuais e os conceitos geométricos são vistos no geral, como um todo. No nível 1 – ANÁLISE, os alunos já raciocinam sobre conceitos de Geometria informalmente por atributos dos mesmos percebidos pela observação e experimentação. O nível 2 – DEDUÇÃO INFORMAL ou ORDENAÇÃO indica que os estudantes podem obter definições abstratas, até mesmo estabelecendo inter-relações entre as propriedades de figuras. No nível 3 – DEDUÇÃO FORMAL os alunos produzem afirmações a partir de outras. Finalmente, no nível 4 – RIGOR, os estudantes chegam ao rigor, estabelecendo comparativos entre várias axiomáticas geométricas.

Oliveira e Leivas (2017) apresentam resultados de uma pesquisa qualitativa, estudo de caso, realizada com estudantes do 5º Ano do Ensino Fundamental na qual verificam como os estudantes exploram recursos didáticos para identificar, classificar e representar formas geométricas planas e espaciais, visualizando-as apenas mentalmente, uma vez que se encontram em uma caixa fechada tendo apenas um orifício no qual podem explorar pelo tato. Concluíram que os estudantes se encontram, em quase a totalidade, no nível inicial da teoria de Van Hiele, isto é, visualização ou reconhecimento.

⁴ Students recognize and identify the transformations (reflection, rotation, translation and enlargement).

Crowley (1994) apresentou fases intermediárias entre os níveis do modelo inicial de Van Hiele. Assim, indicou as fases 1: interrogação/informação, na qual professor e alunos conversam e desenvolvem atividades envolvendo os objetos de estudo do respectivo nível; fase 2, orientação dirigida, onde os alunos exploram o tópico de estudos por meio do material organizado pelo professor; fase 3, explicação em que, embasados em experiências anteriores, os alunos expressam e trocam visões emergentes sobre o que observaram; fase 4, orientação, segundo o autor, o aluno é apresentado a tarefas mais complexas, com muitos passos e, finalmente, fase 5, integração, onde há revisão e sumarização do que foi aprendido a fim de dar uma visão mais geral sobre o conhecimento geométrico.

O estudo de Crowley (1994) é corroborado por Costa (2019) ao avançar em termos de níveis de desenvolvimento do raciocínio com relação aos estudos de Van Hiele. O autor construiu um modelo específico para o caso dos quadriláteros notáveis. Ele estipula níveis e subníveis argumentando que a passagem de um nível a outro, muitas vezes, não é imediata.

Leivas (2009), ao fazer uma revisão de literatura relacionando a imaginação, a intuição e a visualização, defende suas próprias opiniões acerca desses assuntos e conceitua visualização 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. 112).

A partir dessa conceituação, é importante salientar que a construção do pensamento geométrico tem suas raízes na visualização e se desenvolve a partir da apreensão de conceitos e da realização de atividades de exploração do espaço, bem como por meio da resolução de problemas que envolvam Geometria. Nesse sentido, ao explorar um espaço não formal, o indivíduo pode estabelecer concepções mentais que lhe permitam retornar ao espaço formal para, na ausência dos objetos observados, estudar propriedades geométricas a partir de suas representações/registros. Assim, entendemos que a base da construção do pensamento geométrico pode ser visualização. Após visualizar no espaço real, não formal, é possível atribuir características que permitam a criação da sua imagem mental no ambiente formal. Por meio dos conceitos, das propriedades, da intuição, da dedução e da solução de problemas, faz-se uma reflexão sobre as imagens visuais e mentais, que dão condições de analisar, compreender, aceitar ou negar as proposições veiculadas.

Fainguelernt (1999) defende que a visualização estimula o pensamento espacial, o raciocínio e que o estudo da Geometria necessita recorrer à intuição, à percepção e à representação para interpretar o mundo e compreender a Matemática. Conforme ela, a visualização é importante, já que envolve processos mentais e cognitivos essenciais para a construção do conhecimento matemático e do pensamento geométrico. Assim, na presente investigação, os objetos são, primeiramente, percebidos no espaço não formal, observados, analisados e registrados. Depois, são identificadas e descritas suas propriedades, já no espaço formal, aonde eles são classificados e conceituados e, por fim, representados visual e mentalmente.

Portanto, a partir de uma experiência em um espaço não formal, no caso realizada em um balneário na localidade em que os alunos vivem e levar para o formal a existência de objetos geométricos para sua análise, na ausência dos mesmos, faz com que a visualização, como construto mental, se desenvolva. Então, admitindo uma hierarquia na aprendizagem de Geometria, seu ensino se inicia pela visualização, passa à percepção e caminha para a representação. Assim, torna-se conveniente refletir sobre o modelo de Van Hiele como uma estratégia viável e possível no ensino de Matemática, o que se constitui no presente trabalho, sendo corroborado pela indicação de Lorenzato (1995) ao destacar que, quem pretende ensinar Geometria ou pesquisar sobre o seu ensino, não pode deixar de conhecer o modelo de Van Hiele, por se tratar de um modelo que possibilita, ao aluno, observar, perceber diferenças, identificar regularidades.

Martins, Goldoni e Santos (2009, p.4), mencionam que "pensar em educação nem sempre é pensar em escola". A educação, entendida como uma necessidade básica e como um processo contínuo e permanente dos sujeitos, não está presente somente dentro das escolas, mas também no dia-a-dia de cada indivíduo. De certo modo, isso é corroborado por Barbero (2002) ao afirmar que a escola não é o único lugar de legitimação do conhecimento, uma vez que os saberes se difundem fora das instituições escolares, e isso se constitui em um grande desafio no sistema educativo.

Entendemos que, para uma prática educacional eficaz em um espaço não formal, o professor deve estar atento à escolha do local e à finalidade daquela escolha, juntamente aos conteúdos escolares. Nesse sentido, não se pretende explorar e aprofundar a evolução

conceitual de modalidades e os espaços onde ocorre a educação, porém despertar o aluno para o potencial existente fora da escola. Na concepção de Rocha e Fachín-Terán (2010), a educação científica ganhará muito a partir da participação da escola nesses espaços, tendo em vista que a educação não formal, como processo educacional, com objetivos definidos, mantém uma flexibilidade com relação ao tempo, aos objetivos e conteúdos propícios da aprendizagem, sendo, através destas atividades, que estas cumprem sua missão educativa.

Jacobucci (2008, p. 56) define espaços de ensino e aprendizagem como sendo:

[...] o espaço formal é o espaço escolar, que está relacionado às Instituições Escolares da Educação Básica e do Ensino Superior, definidas na Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional”. Ou seja, trata-se da escola propriamente dita, [...] com todas as suas dependências: salas de aula, laboratórios, quadras de esportes, biblioteca, pátio, cantina, refeitório.

Conforme essa definição, espaço formal diz respeito ao local em que a educação é realizada e é formalizada e, portanto, espaço não formal pode ser considerado qualquer local fora da escola, onde ocorra uma ação educativa. Jacobucci (2008) divide os espaços não formais em duas categorias: locais institucionais (museu, centro de Ciências) e locais não institucionais (praças, ruas, parques).

Daude (2014) menciona que recorrer a questões da cultura, do cotidiano e ao ensino contextualizado aumentam as possibilidades de sucesso nos processos de ensino e de aprendizagem, enquanto Candau (2010) reconhece a importância de pensar em novos ecossistemas educacionais, novos espaços e novas práticas pedagógicas. Para esse último autor, os espaços não formais contribuem significativamente para o processo de ensino e aprendizagem, principalmente, em duas perspectivas: no ensino de conhecimentos científicos e na formação educacional gerada no processo de participação social.

Metodologia da Pesquisa

Este trabalho apresenta uma atividade integrante de uma pesquisa qualitativa, que no sentido apontado por Minayo (2001), envolve um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos, os quais não podem ser reduzidos à

operacionalização de variáveis.

A atividade foi realizada no período de agosto a outubro de 2016, envolvendo 16 alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma escola da região central do Rio Grande do Sul. Os participantes foram selecionados tendo em vista a atuação da pesquisadora na escola, como professora das turmas no sexto e sétimo ano.

Para a análise das atividades, realizadas tanto no espaço não formal quanto no formal, os alunos foram identificados por letras acompanhadas de um número (A1, A2..., A16). O espaço formal foi a própria sala de aula da escola, enquanto que o não formal foi fora da instituição, em um balneário localizado no mesmo município da escola, no interior do Rio Grande do Sul. Foi feita uma visita prévia ao espaço não formal, e esse ambiente foi escolhido para a visita pelos alunos, por ser rico em formas geométricas bem como por fazer parte do cotidiano e da cultura dos alunos, confirmando o dito por Daude (2014).

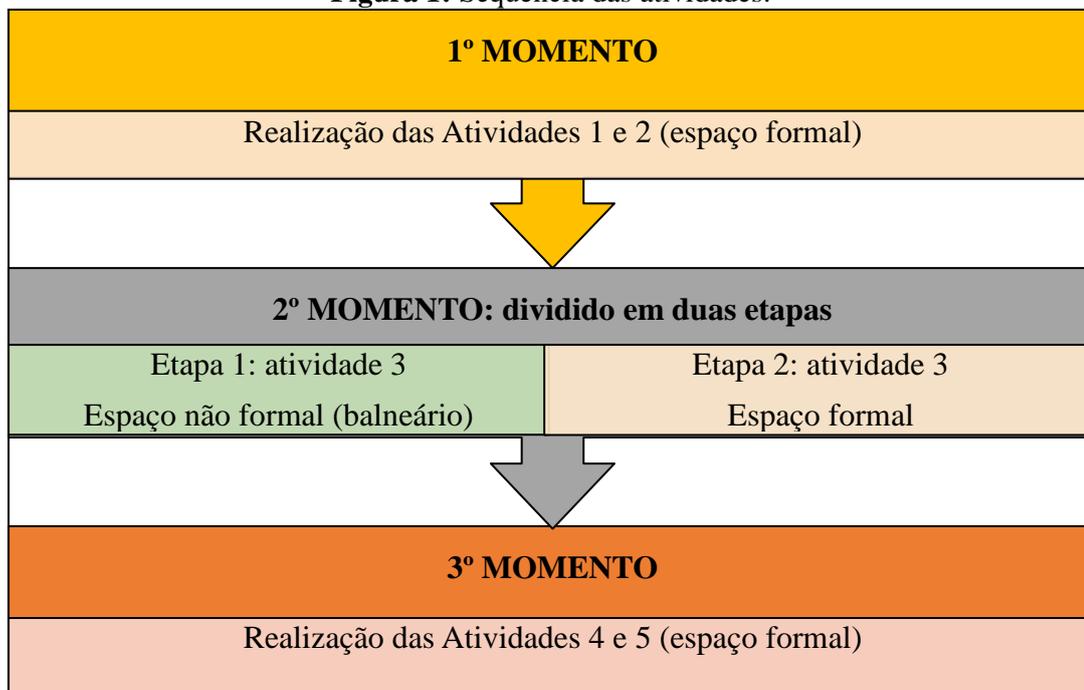
No que diz respeito à coleta dos dados, a mesma foi realizada por meio de cinco atividades (escritas) e por um diário de campo, no qual foram anotadas todas as observações importantes, durante o desenvolvimento das atividades. Além desses recursos, foi feito uso de fotografias registradas pelos alunos no ambiente não formal. Fiorentini e Lorenzato (2006) frisam que o diário de campo é um dos mais ricos instrumentos de coleta de dados, pois é nele que o pesquisador registra suas percepções, descrições de pessoas, cenários, situações e ocorrências.

A partir do observado e registrado no diário de campo, a professora questionou e provocou os alunos a expressarem suas opiniões e reflexões diante das situações vivenciadas. Esse instrumento de coleta de dados também foi utilizado para registrar o número de alunos presentes em cada situação de aprendizagem, seus comentários, comportamentos e ações, assim como seus desempenhos durante as situações propostas, o que ajudou a entender as ações dos alunos.

Por meio de três formas de registros: atividades propostas à luz da teoria de Van Hiele, diário de campo e fotografias, procurou-se analisar e identificar características que a sequência de atividades elaborada deveria ter para favorecer a aprendizagem de conceitos e formas geométricas planas. A Figura 1 apresenta os três momentos da pesquisa, sendo o primeiro e o terceiro realizados no espaço formal e, o segundo, em duas etapas: a primeira em

espaço não formal e, a segunda, em formal.

Figura 1: Sequência das atividades.



Fonte: Machado (2017)

As cinco atividades foram elaboradas de acordo com o nível de desenvolvimento do pensamento geométrico proposto por Van Hiele sendo escolhido o estudo de formas geométricas planas, por se tratar de um conteúdo apropriado ao 7º ano do Ensino Fundamental e dar condições de abordar outros conhecimentos básicos para o ensino da Geometria.

No primeiro momento, em espaço formal, foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos a respeito de formas geométricas de Geometria Plana (níveis 0 e 1 de Van Hiele), por meio das atividades 1 e 2, e teve a duração de duas horas aula.

No segundo momento, em espaço não formal, os alunos foram levados ao balneário, com o propósito de registrarem, por meio de fotos, as formas geométricas planas que visualizavam e associavam geometria, o que constituiu a atividade 3. Ainda, durante essa etapa, aqueles que não atingiram os objetivos propostos nas duas primeiras atividades, as quais correspondiam ao nível 0 do modelo de Van Hiele, tiveram oportunidade de resgatar os conhecimentos necessários a fim de que pudessem se enquadrar nesse nível. Para tal,

realizaram atividades de classificação de formas que registravam, através de fotografias, nomeando-as corretamente, classificando-as por características comuns. Enquanto isso, os alunos que já haviam atingido os objetivos, nas atividades 1 e 2, tiveram oportunidade de transpor o conhecimento adquirido em sala de aula para o espaço não formal e progredirem no desenvolvimento do raciocínio em Geometria para níveis mais avançados.

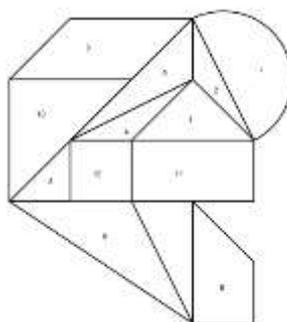
No terceiro momento, realizado em espaço formal, foi proporcionada discussão sobre as formas geométricas planas visualizadas e registradas durante a atividade realizada no balneário. Os alunos imprimiram as imagens, as classificaram e apresentaram, por meio de cartazes, à turma. A duração dessa fase foi de três horas aula. Ainda, nesse momento da investigação, foram aplicadas as atividades 4 e 5, as quais contribuíram para identificar os alunos que se encontravam no nível 1 do modelo. Nelas, os estudantes deveriam identificar grupos e características das formas encontradas no espaço não formal. No que segue, apresentamos os resultados e as discussões realizadas.

Resultados e discussões

Para este artigo, optamos por apresentar o segundo momento da pesquisa, levada a cabo no espaço não formal, ou seja, no balneário. Para que o leitor não perca o controle da sequência realizada, daremos apenas um indicativo do que foi feito anteriormente, em espaço formal.

A atividade 1, intitulada visualização de formas geométricas planas (Figura 2), teve como objetivo identificar tais formas.

Figura 2: Figuras geométricas constantes da atividade 1.

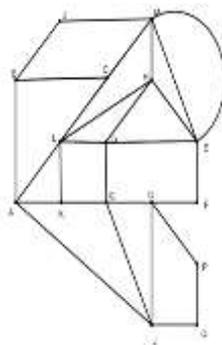


Fonte: arquivo da pesquisa

Cada aluno recebeu uma folha contendo a atividade, na qual deveriam fazer o registro e entregar à professora. Essa atividade exigia habilidades visual e global (reconhecer diferentes formas geométricas), verbal (associar o nome correto a uma figura) e lógica (perceber que há diferenças e semelhanças entre figuras e compreender a conservação da forma de uma figura quando a mesma se apresenta em várias posições). De acordo com a teoria de Van Hiele é no primeiro nível que ocorre a visualização. É nele, que os alunos têm o primeiro contato com as figuras geométricas, que se dá de forma visual.

A atividade 2, ainda no primeiro momento, teve como objetivo identificar formas geométricas planas com base nos vértices, foi ainda possível explorar a habilidade de visualização de formas geométricas dentro de um campo amplo (Figura 3).

Figura 3: Formas geométricas constantes da atividade 2.



Fonte: arquivo da pesquisa

Como muitos alunos não conheciam a nomenclatura correta de algumas figuras geométricas, verificou-se que, ao final, manifestaram ter adquirido o vocabulário geométrico, especialmente, pela discussão com o grupo de estudantes envolvidos, muito embora fossem formas geométricas conhecidas. Uma diferença dessa atividade, para a anterior, é que havia possibilidades diversas de reconhecimento de figuras como a DHL (triângulo), a DLFG (quadrilátero) ou a DHLKD (pentágono), por envolver letras iguais em figuras distintas ou, ainda, uma figura ser parte de outra, o que elevaria o nível de compreensão/visualização. Nessa atividade o máximo alcançado de acertos foi de seis afirmações corretas, em um percentual de 50% dos alunos. Isso foi importante e serviu de base para a saída de campo na

investigação de formas geométricas, em espaço não formal, na busca de resgatar os conhecimentos geométricos envolvidos.

A atividade 3, cuja primeira etapa foi realizada no espaço não formal, descrita e analisada a seguir, continuou a sequência iniciada anteriormente. Nessa, os alunos buscaram visualizar formas geométricas planas encontradas no ambiente, além da sala de aula e, com isso, envolver o seu imaginário, como citou D'Ambrosio (1996). Como orientação inicial, os estudantes deveriam registrar, por meio de fotos, formas geométricas planas que visualizassem no seu entorno e que julgassem associadas àquelas que haviam estudado em sala de aula. A professora procurou dar uma atenção especial aos alunos que não haviam alcançado os objetivos das atividades 1 e 2, realizadas em sala de aula. Para a realização dessa etapa, no local, foram utilizadas três horas. A realização desse momento vem ao encontro do que indicam Flores, Wagner e Buratto (2012, p. 34), quando se referem ao ensino de Matemática, pois revelam que “a visualização não é como um fim em si mesma, mas um meio para o entendimento de conceitos matemáticos”.

Por sua vez, Oliveira (2015) destaca que “a intimidade entre a visualização e a Geometria não se restringe ao espaço da sala de aula, tampouco às questões atuais” (p. 17). Para ela, o problema da visualização de figuras geométricas tem início “[...] na compreensão do como e de onde surge nosso modo de olhar e de representar as figuras geométricas, para daí pensar a educação do olhar no ensino de Geometria” (p. 17).

Na segunda etapa da atividade 3, realizada no espaço formal, os registros obtidos pelos alunos foram retomados na sala de aula, quando a professora solicitou que respondessem, por escrito, os seguintes questionamentos:

1. O que você aprendeu de diferente na atividade realizada no Balneário?
2. O que você achou da atividade realizada no ambiente não escolar?

Seguem algumas das respostas fornecidas pelos alunos, as quais evidenciam que os indivíduos percebem formas geométricas no geral, sem entretanto, relacionarem com propriedades das mesmas, o que nos permite afirmar que se encontram no nível 0 (KALEFF *et al.*, 1994), da teoria de Van Hiele.

1. - *Muita coisa legal! Eu aprendi que, só numa figura podemos encontrar muitas*



formas geométricas, como, tipos de lixos na minha pesquisa no Balneário, encontrei um lixo com várias formas geométricas, a forma do lixo era um retângulo, a forma de círculo, para segurar o lixo, eu acho que tem também um triângulo de baixo do lixo... (A17)

- Em uma flor encontrei uma forma, o círculo. Em letras também podemos encontrar várias figuras, encontrei uma frase escrita no muro da praia. As mesas da praia também têm formas, tem circunferência e círculo. No tijolo tem várias formas, sendo que, é por fora uma forma retangular e os furos um círculo. Entre outras coisas. (A17)

2. - Muito divertido, aprendemos várias coisas, como eu disse na outra pergunta. (A17)

Observa-se, nas respostas seguintes, a simplicidade do aluno quanto a sua aprendizagem, por sua vez, a importância que deu à tarefa em ambiente não formal, o que quebra o rótulo de que os alunos são insatisfeitos com a Matemática (BRASIL, 1997), o que pode ser em função de ter sido uma atividade prazerosa fora da sala de aula formal, conforme Silva (2005).

1. - Aprendi mais ou menos os nomes das formas geométricas que eu não sabia, aprendi formas novas, aprendi o quanto é legal que a natureza pode nos ensinar pela sua beleza... (A4)

2. - Este tipo de atividade é legal, diferente, não é chata, eu aprendi mais do que na escola. (A4)

Nas respostas do aluno A3 verificou-se a importância que deu ao trabalho em grupo e ao ambiente extra-sala de aula.

1. - Eu aprendi que uma atividade em grupo com os colegas e a professora em lugar diferente é bom, porque nós aprendemos coisas que não sabíamos e aprendemos várias figuras geométrica no ambiente que nós fomos. Atividades em ambientes diferentes fazem as pessoas aprenderem mais sobre coisas necessárias. Eu aprendi que tem folhas, pedras, mesas, vários tipos de coisas que nós podemos criar e fazer coisas diferente, que nem sabíamos. O lugar que nós fomos foi uma atividade muito interessante, porque lá no Balneário tinha várias figuras geométricas e eu pude visualizar e fazer novas figuras.

2. - Diferente, porque nós vimos coisas que a gente não sabia que poderia existir, coisas que formam figuras geométricas. E também foi divertido fazer atividade fora da escola. Também fazer as coisas em grupo e fora da escola é bem mais criativo, pois nós vimos vários objetos que formam as figuras geométricas. Foi uma atividade bem legal e divertida. Gostei muito de ir fazer aula fora da escola.

Nas respostas, a seguir, pode-se observar que o aluno indica a sua aprendizagem um pouco além da simples visualização, uma vez que já consegue passar a reconhecer

propriedades das figuras geométricas, o que pode apontar para o segundo nível da Teoria de Van Hiele, ao contrário dos dois anteriores que ficaram no primeiro nível, apenas indicando o reconhecimento/visualização. Isso reitera o indicado por Nasser *et al.* (2000) quanto ao modelo servir de estratégia para o ensino de Geometria.

1. - *Eu aprendi as formas geométricas, que se um quadrado for movido um pouco pode se enxergar um losango. Que na natureza você pode visualizar a Matemática. (A4)*

2. - *Bom, de interagir com os colegas e o professor de aprender coisas novas. (A4)*

Pode-se verificar nas respostas dadas pelo aluno A4 que o mesmo avança em relação ao A3 para o nível 2 do modelo de Van Hiele uma vez que consegue estabelecer a análise das figuras em termos de seus componentes, fazendo o reconhecimento das propriedades comuns, mesmo que não tenha expressado em linguagem correta. Percebe-se, inclusive, a importância que deu à visualização, como construto mental, indicado por Leivas (2009) para a memorização dos nomes das figuras.

1. - *Que o quadrado é a forma geométrica que pode ser qualquer figura. Que um quadrilátero inclinado pode ser um losango. A letra V virada para baixo e fechando, fica sendo um triângulo. Que todo o retângulo pode ser um paralelogramo. Um losango cortado ao meio pode ser dois triângulos.*

2. - *Achei legal, diferente...achei mais fácil entender as figuras podendo visualiza-las no ambiente, e não somente desenhando-as. Achei mais fácil de lembrar o nome e o formato das figuras quando as visualizando.*

Nas respostas mencionadas, a seguir, os estudantes ressaltam a riqueza dos espaços não formais para sua aprendizagem, especialmente, ao encontrar Geometria, na própria natureza, ao redor do balneário, e nas construções realizadas pelo homem. Destaca-se ainda os aspectos pedagógicos sobre o ganho da educação científica na participação da escola nos espaços não formais, como citado por Rocha e Fachín-Terán (2010).

1. - *Eu aprendi mais das formas geométricas, que podem ter em qualquer lugar, tipo nas folhas, arvores, placas, nas mesinhas há e etc.... (A6).*

2. - *Eu achei muito bom, gostei muito gostaria que fizessem isso mais vezes, e assim aprenderíamos mais e que ali não foi passeio foi para estudo. (A6).*

Aluno A12

1 - *Eu achei diferente, que podemos aprender e conhecer coisas novas, novas formas geométricas, eu também aprendi que em tudo quando é lugar, que a gente olhar vai*

ter uma forma geométrica.

2 - Achei ótimo, porque aí podemos ocupar o lugar, aonde quase ninguém lembra mais que existe...

Aluno A11

1 - Eu aprendi a observar melhor quantas formas geométricas nós temos ao nosso redor.

2 - Eu achei bem melhor, mais legal e mais produtivo.

Dando prosseguimento a esta fase, a professora solicitou que escolhessem alguns dos registros fotográficos para imprimir no laboratório de informática da escola, com sua supervisão, nos quais deveriam identificar as formas geométricas planas existentes nesses registros e, em seguida, apresentassem aos colegas. Eles numeraram cada uma das fotos e demarcaram a forma geométrica nelas contida.

Prezzotti e Callisto (2002, *apud* FERNANDES; GOUVEIA, 2005, p.23) afirmam que o registro fotográfico [...] “é um recurso prático, que apresenta um potencial excepcional quando trabalhado como material didático”. Para os autores a percepção do mundo, o modo de pensar e agir estão, cada vez mais, moldados e educados pelo visual.

Com o uso da fotografia, as disciplinas são mais bem compreendidas e interpretadas e, segundo o pedagogo J. A. Comenius, em sua obra *Orbis Pictus*, tudo o que se pode aprender deveria passar não só pelas orelhas, mas também pelos olhos, para que ficasse impresso na imaginação (COMENIUS, 1648 *apud* CAMPANHOLI, 2012, p.41).

Na sequência dessa etapa os alunos foram convidados a realizar uma exposição na sala de aula. Cada um, individualmente, apresentou um mural no quadro com as suas produções fotográficas, momento em que identificava a forma geométrica e a classificava. Na medida em que sua explicação não estava muito esclarecedora, os próprios colegas o questionavam.

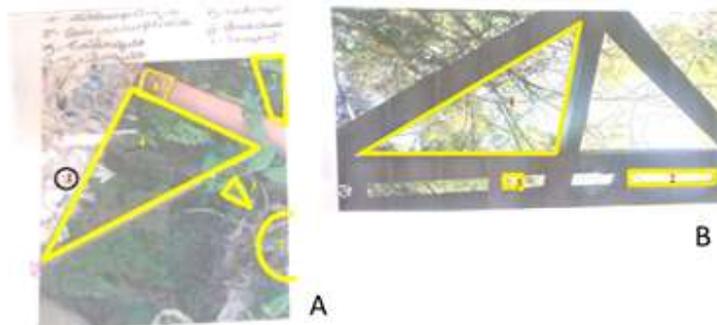
Destacou-se o aluno A11 como sendo aquele que melhor explicou sobre as formas observadas, bem como estabeleceu a nomenclatura e classificação das mesmas, o que pode considerá-lo no nível 1 de Van Hiele. Chamou atenção da investigadora a desenvoltura do aluno, pois ele não apresentava bom rendimento nas avaliações de Matemática durante o ano letivo. Isso reforça o indicado nos PCN (BRASIL, 1997) de que a Matemática precisa estar ao alcance de todos e, ao que tudo indica, parece que a possibilidade de vislumbrar Geometria num ambiente social, favoreceu ao aluno tal alcance.

O participante A8 também apresentou ótimo desempenho na descrição das formas, nomenclatura e classificação, mas distingue-se do anterior por ter bom rendimento nas avaliações da disciplina, sendo assim esperado seu desempenho. Portanto, A8 também pode ser enquadrado no nível 1

O aluno A4 também despertou a atenção pelo seu registro fotográfico, apresentação aos colegas e discussão com o grupo. Esse aluno não havia alcançado sequer o nível 0, na nomenclatura das formas, durante as primeiras atividades realizadas no espaço formal. No entanto, teve sua aprendizagem em pleno desenvolvimento o que, novamente, leva a reforçar o preconizado por Nasser (1990) a respeito do uso do modelo de Van Hiele como estratégia de ensino. Além disso, se retoma o indicado por Fonseca *et al.* (2002) a respeito de Geometria ser uma das melhores formas de matematizar a realidade, na medida em que o aluno conseguiu perceber concretamente conceitos e formas que, até então não tinha visualizado mentalmente, alcançando plenamente o nível 1 de Van Hiele.

Na Figura 4A, apresentada por A12, observa-se que ele indicou com o número 1 a circunferência; com o número 2 a semicircunferência; com 3,4, o triângulo, com 6 marcou o quadrado. Portanto, ele apresentou um bom procedimento metodológico para um aluno deste nível de escolaridade. O mesmo aluno, na Figura 4B, indicou o triângulo com o número 1, por 2 o retângulo e, por 3, o quadrado. Assim A12 está um passo para avançar ao nível 1.

Figura 4: Registros realizados pelo aluno A12.



Fonte: arquivo da pesquisa

Na Figura 5, o aluno A4 assinalou quadrilátero-trapézio (1), o paralelogramo-retângulo (2) e triângulo (3). A visualização do triângulo é usual, desde a escolaridade inicial, o que não acontece para as outras duas figuras.

Figura 5: Registros d aluno A4.



Fonte: arquivo da pesquisa

A imagem constante da Figura 6, capturada por A7, registra quadrilátero-retângulo (1), quadrilátero-quadrado (2) e trapézio (3), obtidos de uma parede construída em paralelepípedos de pedra em formatos não regulares. Há de se constatar, nessa visualização do aluno, sua perspicácia em analisar os formatos diferenciados de quadriláteros, incluindo propriedades que caracterizam classes específicas. Portanto, este aluno encontra-se no nível 1 do modelo de Van Hiele, podendo até estar em uma fase intermediária ao próximo nível.

Figura 6: Registros de quadriláteros feitos por A4.



Fonte: arquivo da pesquisa

Salienta-se a percepção do aluno A10 ao identificar o triângulo (1) e a circunferência (2). Verifica-se, neste momento, o que foi indicado pelos PCN (BRASIL, 1997), a respeito da Geometria fornecer possibilidades de levar o aluno a perceber e valorizar a sua presença em elementos da natureza ou em criações do homem (Figura 7).

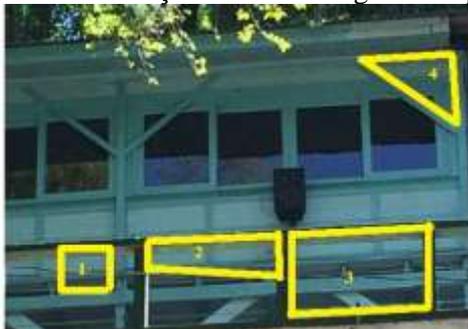
Figura 7: Registros feitos por A10.



Fonte: arquivo da pesquisa

Retornando à observação nas construções existentes no balneário, a Figura 8, obtida por A1, ilustra perfeitamente quadrado (1), trapézio retângulo (2), a qual, usualmente, os alunos têm dificuldade em reconhecer, além do retângulo (3) e triângulo (4).

Figura 8: Identificação de formas registradas por A1.



Fonte: arquivo da pesquisa

A partir da exposição e explanação do que os alunos registraram no ambiente não formal, reafirma-se o que havia sido constatado a respeito de se encaixarem no nível 1 da Teoria de Van Hiele, particularmente por terem detectado formas geométricas, mesmo que na imaginação e criação no ambiente natural onde essas formas se assemelham às da Geometria formal. Em relação ao grupo de alunos que a investigadora havia identificado como não tendo alcançado plenamente o nível 1, após a realização da atividade no espaço não formal e a discussão realizada durante as exposições/apresentações, ficou evidente que os mesmos alcançaram satisfatoriamente o nível 1. A esse respeito, evocamos o dito por Kaleff

(2003, p. 17) a respeito de que a aquisição de habilidades visuais “não é inata a todos os indivíduos”.

O uso do recurso fotográfico, com as indicações de figuras geométricas planas encontradas no ambiente não formal, reitera a forma de aquisição de conhecimento e habilidades geométricas. Portanto, a intervenção didática realizada no espaço não formal permitiu o avanço de um grupo para o nível 1 e a consolidação do outro no nível 0, o que é reiterado por Lorenzato (2006, p.3): “ensinar é dar condições para que o aluno construa seu próprio conhecimento”. Portanto, a saída de campo para um estudo de geometria e formas em um ambiente não formal proporcionou à professora um ensino eficiente e aos alunos uma aprendizagem com significado.

Como dito no início deste artigo, foi priorizado o envolvimento no espaço não formal para o desenvolvimento do pensamento geométrico segundo os primeiros níveis indicados no modelo de Van Hiele. Na sequência da dissertação, a investigadora fez aplicação do último momento, realizado no espaço formal da sala de aula, com a atividades 4, a qual consistiu no reconhecimento de formas geométricas planas pertencentes a uma mesma classe, por meio de figuras. Na atividade 5, com base nesse reconhecimento, os alunos deveriam caracterizar cada uma das classes e, com isso, formalizar os conceitos das figuras geométricas planas encontradas.

Considerações finais

Pela análise dos resultados apresentados pelos estudantes; pelo avanço nos primeiros níveis de desenvolvimento de raciocínio na realização das atividades programadas de acordo com a Teoria de Van Hiele; pelo fato dos alunos conseguirem emitir conceitos matemáticos de figuras geométricas por seus atributos, reunindo-as por grupos, por propriedades específicas e relacioná-las a tais grupos, considera-se que o objetivo da pesquisa foi alcançado.

A professora verificou que, inicialmente, os alunos apresentavam dificuldades de visualizar, identificar formas geométricas planas em atividades cotidianas da sala de aula o que mostraria não estarem todos no primeiro nível da Teoria de Van Hiele. Conforme os

registros analisados, foi possível perceber o avanço desses alunos quanto aos primeiros níveis propostos, uma vez que a maioria deles avançou para o nível subsequente ao identificarem tais formas, propriedades de algumas figuras e relações entre elas.

Entende-se que o recorte aqui apresentado pode contribuir para a formação de indivíduos críticos e criteriosos no desenvolvimento do pensamento geométrico e que poderão vir a avançar cientificamente, quiçá tornando-se no futuro técnicos em suas especialidades, uma vez que a Geometria é fundamental na construção humana.

Referências

BARBERO, J. M. Jóvenes: comunicación e identidad. Pensar Iberoamérica. **Revista de Cultura**. 2002. Disponível em: <<http://www.oei.es/historico/pensariberoamerica/ric00a03.htm>>. Acesso em: 12 set. 2015.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática. Brasília. 1997.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular – BNCC 2ª versão. Brasília, DF, 2016.

CANDAU, V. M. Construir ecossistemas educativos. In: CANDAU, V. M. (Org.). **Reinventar a escola**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

CAMPANHOLI, J. A. M. O uso da fotografia na prática docente. **Revista Pandora**, n. 49, p. 40-49, 2012.

COSTA, A.P. da. **A construção de um modelo de níveis de desenvolvimento do pensamento geométrico**: o caso dos quadriláteros notáveis. Tese (Doutorado em Educação Tecnológica). Recife, UFPE, 346 p., 2019.

COSTA, C. Visualização: veículo para a educação em Geometria. In: Encontro De Investigação em Educação Matemática, Ensino e Aprendizagem de Geometria. **Anais**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2000.

CROWLEY, M.L. O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In: LINDQUIST, M.M.; SHULTE, A.P. (org.). **Aprendendo e ensinando geometria**. São Paulo: Atual, 1994.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática**: da teoria à prática. Campinas: Papyrus. 1996.

DAUDE, R. B. **Espaços não formais na formação do professor de Matemática**: uma

análise a partir do núcleo de ações educativas da UNU de Goiás/UEG - NEMENF. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FAINGUELERNT, E. K. **Educação Matemática: representação e construção em Geometria.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 1999.

FERNANDES, H. L.; GOUVEIA, M S. F. **A fotografia como mediadora subversiva na produção do conhecimento.** 2005. Tese (Doutorado) -Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos.** Campinas: Autores Associados, 2006.

FLORES, C. R.; WAGNER, D. R.; BURATTO, I. C. F. Pesquisa em visualização na Educação Matemática: conceitos, tendências e perspectivas. **Revista Educação Matemática e Pesquisa**, v. 14, n. 1, p. 31-45, 2012.

FONSECA, M. C. F. R. *et al.* **O ensino de Geometria na escola fundamental – três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais.** 2.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuição dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista em Extensão**, v. 7, p. 55-66, 2008.

JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B.; MEGID NETO, J. Experiências de formação de professores em centros e museus de Ciências no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n.1, p. 118-136, 2009.

KALEFF, A.M.; HENRIQUES, A.de S.; REI, D.M., FIGUEIREDO, L.G. Desenvolvimento do Pensamento Geométrico – O Modelo de Van Hiele. **Bolema**, v. 9, n. 10, 1994.

KALEFF, A.M.M.R. **Vendo e entendendo poliedros: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças e outros materiais concretos.** Niterói: EDUFF, 2003.

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

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, n. 4, p. 3-13, 1995.

LORENZATO, S. **Para aprender Matemática.** Campinas: Autores Associados. 2006.

MACHADO, R. S. **Geometria no ensino fundamental: uma proposta utilizando o modelo**

RPEM, Campo Mourão, Pr, v.8, n.16, p.156-178, jul.-dez. 2019.

de Van Hiele articulando espaço formal e não-formal. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Universitário Franciscano, Santa Maria. 2017.

MARANDINO, M. Museus de ciências, coleções e educação: relações necessárias. **Museologia e Patrimônio**, v. 2, n.2, p.1-12, 2009.

MARTINS, T.D.; GOLDONI, V.; SANTOS, M.B. Educação não-formal: trabalhando em uma educação diferenciada. **Revista da Graduação**, v. 2, n. 2, p. 1-19, 2009.

MINAYO, M.C.S. **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes. 2001.

NASSER, L. O desenvolvimento do raciocínio em geometria. **Boletim do GEPEM**, n. 27, p. 93-99, 1990.

NASSER, L. **Using the Van Hiele Theory to improve secondary school geometry in Brazil**. Thesis in the University of London, 1992, 361p.

NASSER, L. et al. **Geometria segundo a Teoria de Van Hiele**. 3. ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, 2000.

OLIVEIRA, M. T. **Espaço e formas**: explorando a teoria de Van Hiele para ensinar geometria. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Física e Matemática) - UNIFRA, Santa Maria. 2015.

OLIVEIRA, M.T.; LEIVAS, J.C.P.L. Visualização Geométrica com suporte na Teoria de Van Hiele. **Ciência e Natura**, v. 39 n.1, 2017, p.108-117.

ROCHA, S.C.B.; FACHÍN-TERÁN, A. **O uso de espaços não-formais como estratégia para o ensino de ciências**. Manaus: UEA edições. 2010.

ROCHA, V.; LEMOS, E.; SCHALL, V. A contribuição do museu da vida para a educação não formal em saúde e ambiente: uma proposta de produção de indicadores para elaboração de novas atividades educativas. In: RED POP REUNIÓN DE LARED DE POPULARIZACIÓN DE LA CIÊNCIA Y LA TECNOLOGIA EM AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 10. 2007, San Jose, Costa Rica. **Anais...**San Jose, 2007.

SILVA, J. A. F. **Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na Matemática**: algumas considerações. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Matemática - Universidade Católica de Brasília, Brasília. 2005.

VALENTE, M.; CAZELLI, S.; ALVES, F. Museus, ciência e educação: novos desafios. **História, Ciência e Saúde**, v. 12, p. 183-203, 2005.

Recebido em: 02 de setembro de 2018

Aprovado em: 10 de julho de 2019

178