

TRABALHO COLABORATIVO NO USO DE SOFTWARE DE GEOMETRIA DINÂMICA

COLLABORATIVE WORK IN THE USE OF DYNAMIC GEOMETRY SOFTWARE

TRABAJO COLABORATIVO MEDIANTE EL SOFTWARE DINÁMICO DE GEOMETRÍA

Eliton Meireles de Moura^I

Viviane Aparecida de Souza^{II}

Janaína Fátima Souza Oliveira^{III}

Arlindo José de Souza Júnior^{IV}

^I Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo – Brasil. E-mail: elitonmoura@usp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6665-2445>

^{II} Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais – Brasil. E-mail: vivianesouza_2005@yahoo.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7027-5841>

^{III} Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais – Brasil. E-mail: janainafsoufu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0497-9642>

^{IV} Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais – Brasil. E-mail: arlindoufu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5175-6129>



Educação: Teoria e Prática, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1981-8106

Está licenciada sob [Licença Creative Common](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Resumo

A escola, assim como todos que a compõem, não vive isolada, mas inserida num contexto que deve ser usado a favor de seu desenvolvimento, e para o desenvolvimento profissional de seus docentes. Nesse sentido, este trabalho buscou examinar a importância das interações entre professores, promovendo uma cultura profissional colaborativa que partilhe dúvidas e incertezas, para alcançar um objetivo em comum, e promover um aprendizado eficaz da geometria, por meio da interação com as tecnologias, tão presentes fora dos muros da escola. Assim, analisamos um projeto mineiro que apresentou, na parceria entre escola e universidade, a estrutura de debate e discussão sobre o uso das novas tecnologias para o auxílio de ensino de matemática/geometria. Este texto apresenta uma pesquisa qualitativa, com acompanhamento semanal no campo empírico representado pelo laboratório de informática da escola, onde aconteceram a maioria das atividades propostas.

Palavras-chave: Trabalho Coletivo. Colaboração. Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Geometria. Matemática.

Abstract

The school, as the teacher, does not live isolated, but inserted in a context that should be used in favor of its development, and the professional development of its teachers. Thus, this study sought to examine the importance of interactions between teachers, promoting a collaborative professional culture sharing doubts and uncertainties to achieve a common goal, promote effective learning of geometry through technologies. For this study a mining project that had the partnership between school and university the important structure for debate and discussion on the use of new technologies for math teaching aid / geometry. This text reflects a qualitative

research, which a weekly monitoring in the empirical field represented by the school's computer lab, where took place the majority of the proposed activities.

Keywords: *Collective work. Collaboration. Digital Technologies of Information and Communication. Geometry. Mathematics.*

Resumen

La escuela y el maestro no vive aislado, sino que se inserta en un contexto que se debe utilizar en favor de su desarrollo, y el desarrollo profesional de sus profesores. Por lo tanto, este estudio trató de examinar la importancia de las interacciones entre los maestros, la promoción de un profesional de colaboración de intercambio de la cultura dudas e incertidumbres para lograr un objetivo común, promover el aprendizaje efectivo de la geometría a través de las tecnologías. Para este estudio un proyecto minero que tuvo la colaboración entre la escuela y la universidad de la estructura importante para el debate y la discusión sobre el uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de matemáticas ayuda / geometría. Este texto refleja una investigación cualitativa, que se utilizó un seguimiento semanal en el campo empírico representada por el laboratorio de computación de la escuela, donde tuvo lugar la mayor parte de las actividades propuestas.

Palabras clave: *El trabajo colectivo. Colaboración. Las tecnologías digitales de información y comunicación; La geometria. Matemáticas.*

1 Introdução

Prensky (2001), um dos primeiros pesquisadores a utilizar o termo “nativos digitais”, afirma que os estudantes não são mais aqueles para os quais nosso sistema educacional foi criado. Para esse autor, os nativos digitais são os atuais estudantes, que possuem facilidades em manusear softwares, smartphones, tablets, entre outros recursos tecnológicos, pois são ferramentas que já existiam antes de seu nascimento, e que eles aprenderam a manusear naturalmente, sem

grandes esforços, apenas investigando e mexendo, não necessitando nem mesmo do auxílio de manuais.

Não importa quanto os Imigrantes desejem, os Nativos Digitais não voltarão atrás. Em primeiro lugar, não funcionaria: seus cérebros provavelmente já possuem padrões diferentes dos nossos. Em segundo lugar, seria um insulto a tudo que sabemos sobre migração cultural. (...) Adultos Imigrantes inteligentes aceitam a ideia de que não sabem tanto a respeito deste novo mundo e aproveitam a ajuda de seus filhos para aprender e integrar-se. Imigrantes não tão inteligentes (...) passam a maior parte de seu tempo lamentando o quanto as coisas eram boas no “velho mundo”. (PRENSKY, 2010. p. 60)

Esses alunos, de acordo com o estudo de Alvarenga (2011), demonstram interesse em utilizar os recursos tecnológicos na escola, justamente porque os utilizam como “entretenimento”. Pensando então na possibilidade de envolver esse educando e resgatar o seu interesse em adquirir novas habilidades e utilizar as novas tecnologias com o cunho educativo, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica já orientam:

[...] hoje, exige-se do professor mais do que um conjunto de habilidades cognitivas, sobretudo se ainda for considerada a lógica própria do mundo digital e das mídias em geral, o que pressupõe aprender a lidar com os nativos digitais. Além disso, lhe é exigida, como pré-requisito para o exercício da docência, a capacidade de trabalhar cooperativamente em equipe, e de compreender, interpretar e aplicar a linguagem e os instrumentos produzidos ao longo da evolução tecnológica, econômica e organizativa. (DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2013, p. 59)

Porém, Ribeiro (2010) afirma que, em escolas que utilizam a produção de pesquisas e a escrita em ambientes com as tecnologias - como os ambientes multimídia, ambientes digitais ou Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) -, pouco tem sido feito para que os alunos adquiram habilidades do letramento digital, relacionadas às novas maneiras de ler, escrever em ambientes digitais, ao manuseio crítico e constante de informações e de uso dessas para a construção individual e coletiva do conhecimento. Na matemática do Ensino Fundamental, por exemplo, seria possível entender, mais facilmente, o que é uma aresta manipulando um

software dinâmico 3D e construindo seu desenho, do que apenas ouvindo as explicações do professor com quadro branco.

Desta forma, com o intuito de compreender qual a viabilidade do trabalho com o software de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria, no 5º ano do ensino fundamental, este artigo se utiliza de uma pesquisa de mestrado que teve como campo empírico uma escola pública e abordou o trabalho colaborativo como facilitador do ensino de geometria. Convidando 60 alunos a participarem deste estudo, este artigo trata de uma pesquisa-ação e tem uma abordagem qualitativa. O Processo de produção das informações ocorreu por meio das seguintes estratégias: aulas gravadas em vídeos e transcritas; notas de campo produzidas pela pesquisadora; aplicação de questionários e entrevistas e análise das intervenções dos estudantes em diferentes blogs. Nesta pesquisa, analisamos as atividades implementadas em um determinado software pelos alunos, observando a visualização, os tipos de representações possíveis, sendo elas: gráfica, língua natural, escrita algébrica e figura.

2 A geometria dinâmica no ensino fundamental

O ensino da matemática é orientado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), como blocos de conteúdo, e o estudo geométrico se agrupa no bloco denominado espaço e forma. Nesse bloco, encontramos como conteúdos específicos:

Descrição, interpretação e representação da posição de uma pessoa ou objeto no espaço, de diferentes pontos de vista. Utilização de malhas ou redes para representar, o plano, a posição de uma pessoa ou objeto. Descrição, interpretação e representação da movimentação de uma pessoa ou objeto no espaço e construção de itinerários. Representação do espaço por meio de maquetes. Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre corpos redondos, como a esfera, o cone, o cilindro e outros. Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre poliedros (como os prismas, as pirâmides e outros) e identificação de elementos como faces, vértices e arestas. Composição e decomposição de figuras tridimensionais, identificando diferentes possibilidades. Identificação da simetria em figuras tridimensionais. Exploração das planificações de algumas figuras tridimensionais. Identificação de figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais. Identificação de semelhanças e diferenças entre polígonos, usando critérios como número de lados, número de ângulos, eixos de simetria, etc. Exploração de características de algumas figuras planas, tais como: rigidez triangular, paralelismo e perpendicularismo de lados, etc. Composição e decomposição de figuras planas e identificação de que qualquer

polígono pode ser composto a partir de figuras triangulares. Ampliação e redução de figuras planas pelo uso de malhas. Percepção de elementos geométricos nas formas a natureza e nas criações artísticas. Representação de figuras geométricas. (BRASIL, 1997, p. 60)

Além de ajudar a criança a entender esses conteúdos específicos, descritos nos PCN, o professor deve elaborar um currículo em que, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), seja explicitada a ideia de que são necessárias duas coordenadas para a localização de um objeto no plano; que destaque as planificações, assim como as representações de desenho em malhas, que fazem parte das aprendizagens dos alunos associadas à habilidade; que amplie figuras relacionadas à proporcionalidade. Tudo isso é incentivar o aluno a pensar na geometria como compreensão do espaço, e, no tocante às crianças, à compreensão do espaço, onde elas vivem.

Aprofundando no pensamento axiomático que esteve presente na história da matemática, Abrantes (1999) explica que a geometria tendia a ser vista, nas últimas décadas, como um parente pobre da Álgebra, sem grande importância e necessidade de dedicação, no prosseguimento de estudos. O seu papel era o de ilustrar o caráter axiomático e dedutivo da matemática. Na realidade, os aspectos da geometria ligados à observação, à experimentação e à construção praticamente desaparecem do ensino básico.

A Geometria Euclidiana estava fadada a levar os alunos a adquirirem hábitos de raciocínio rigoroso e sistemático, próprios da matemática, na tradição de considerar que a geometria seria o campo ideal para os alunos aprenderem a demonstrar e também a apreciar a matemática como uma construção lógica e perfeita. Nesse sentido, os livros e textos traziam dezenas de axiomas, postulados, teoremas e iniciavam com as definições de ponto, reta e plano seguidas de uma enorme quantidade de exercícios repetitivos a fim de treinar esse pensamento perfeito da lógica. Como nos elucidam Brandão e Selva (1999, p. 79) a respeito desta repetição de exercícios de matemática e geometria nos livros didáticos:

Em tais casos, mesmo que a criança tenha refletido no início da atividade, rapidamente ela percebe a organização dos problemas propostos, podendo, até mesmo, preencher primeiro todos os resultados para só em seguida colocar os dados dos problemas. Assim,

o que deveria ser um problema se transforma em um simples exercício mecânico. (BRANDÃO E SELVA, 1999, p. 79)

No entanto, nos últimos anos, tem havido uma mudança de atitude quanto ao entendimento de como deveria ser feito o estudo da geometria no ensino básico. De acordo com NACARATO; PASSOS (2003, p.28), “a recuperação do ensino da geometria passou a ser, ao final dos anos 70, preocupação dos educadores matemáticos”. Esse fato se faz presente nas propostas curriculares oficiais, assim como no número de pesquisas sobre a geometria nos anos seguintes.

Atualmente existem várias possibilidades de se trabalhar com a geometria. O uso do lápis, do compasso e da régua continua sendo uma delas. No entanto, com o advento da tecnologia, surgem novas maneiras de abordar o assunto. Denominada Geometria Dinâmica, *softwares* como Geogebra, Cabri-Géomètre, Cinderella entre outros permitem a manipulação de figuras geométricas baseadas em suas propriedades.

É de suma importância salientar que o computador, a ferramenta computacional que permite o uso dos *softwares* de geometria dinâmica, nada mais é que um meio pelo qual a aprendizagem acontece. O grande mediador de tal feito continua sendo o educador, responsável por propostas de atividades que propiciem ao aluno fazer parte do processo, isto é, atuar junto à busca do conhecimento, especificamente, na aprendizagem matemática.

Duval (1998) *apud* JANZEN (2011, p. 38) nos orienta como devemos trabalhar a geometria. Para esse autor, ao discutirmos a geometria, é necessário considerar a complexidade cognitiva da atividade geométrica. A geometria envolve três tipos de processos cognitivos que têm funções epistemológicas específicas:

1. o processo de visualização que se refere ao espaço de representação, ou seja, à ilustração de uma afirmação, à exploração heurística de uma situação ou uma verificação subjetiva;
2. o processo de construção por ferramentas, em que a construção de configurações pode desempenhar o papel de um modelo que relaciona as ações sobre os resultados representados e observados aos objetos matemáticos que estão representados;

3. o processo de raciocínio relacionado a processos discursivos para a extensão do conhecimento, para a prova e explicação.

Duval (1999) afirma que, embora esses processos possam ser realizados separadamente, eles estão entrelaçados, e sua sinergia é cognitivamente necessária para se ensinar a geometria. No entanto, o mesmo autor (1999) distingue três outras formas de interpretação de uma mesma figura: a apreensão discursiva, a apreensão sequencial e a apreensão operatória.

A apreensão perceptiva é imediata e espontânea, permitindo apenas constatações vistas de forma geral, sem levar em conta os diferentes funcionamentos da figura. Para que a figura desempenhe um papel heurístico, é necessário vê-la de maneira mais profunda. Uma figura adquire um estatuto de figura geométrica quando: primeiro, é vista em relação a uma configuração (denominação, relação, etc), que estaria relacionada à apreensão discursiva; e, segundo, quando é construída a partir de ordens de construção, relacionadas à apreensão sequencial. A apreensão discursiva de uma figura corresponde a uma explicitação de propriedades matemáticas como aquelas indicadas por hipóteses. Nesse sentido, as figuras são olhadas a partir daquilo que é dado no enunciado. Importante ressaltar que são as propriedades matemáticas explicitadas que garantem às figuras o estatuto de figuras geométricas. A função de apreensão sequencial é a reprodução da figura numa dada tarefa de construção, sendo que a apreensão perceptiva funciona apenas como um controle para determinar a coerência da construção da figura. (FLORES, 1997, p. 31).

Em uma figura geométrica existem mais possíveis subconfigurações do que aquelas que estão explícitas em sua construção, ou enunciadas como hipóteses. É esse “excedente” que cria o poder heurístico das figuras, pois algumas subconfigurações dão as ideias chaves para uma explicação ou entendimento. Trata-se da apreensão operatória, que é centrada nas possíveis modificações de uma figura inicial e sobre as reorganizações perceptivas que estas modificações acarretam. Tal apreensão permite dar sentido dinâmico às características da figura, podendo-se fazer manipulações sobre o seu todo ou sobre parte da figura. (DUVAL, 1998, p. 41).

No entanto, em concordância com Duval (1997, p. 41), podemos observar que as várias apreensões não funcionam isoladamente, mas, sim, uma em função da outra. Essa articulação entre elas que é importante para o ensino da geometria:

- a) entre apreensão perceptiva e discursiva (para ter o que chamamos de figura geométrica);
- b) entre apreensão discursiva e sequencial;
- c) entre apreensão perceptiva e operatória (o que corresponde à Visualização, sendo que, para a visualização, não é necessária a mobilização de teoremas ou proposições);
- d) entre apreensão operatória e discursiva (que permite unir a heurística e a prova).

Como toda figura pode ser modificada de diversas formas, Duval (1999, p. 12) também distingue três tipos de modificação: a modificação mereológica (consiste na divisão de uma figura em partes para, em seguida, combiná-las em outra figura), ótica (consiste em aumentar, diminuir ou deformar uma figura-problema de homotetia ou perspectiva) e posicional (consiste no deslocamento da figura no plano em relação ao plano frontoparalelo).

A operação de reconfiguração é a que caracteriza a modificação mereológica: é uma operação que consiste em reorganizar uma ou várias subfiguras diferentes de uma figura dada em outra figura de contorno global diferente, ou seja, consiste na complementaridade de formas. É nesse nível que essa operação intervém na produtividade heurística das figuras geométricas e se revela como uma operação fundamental para a apreensão matemática das figuras (DUVAL, 1999, p. 165).

Outro conceito importante a ser discutido quando se trata da geometria é o conceito figural. De acordo com Fischbein (2002, p. 3), a geometria trata com entidades mentais -as chamadas figuras geométricas- que possuem simultaneamente características figurais e conceituais, pois as entidades às quais nos referimos em geometria (ponto, reta, ângulo, ou mesmo o triângulo e as operações que realizamos com eles) possuem qualidades conceituais. No raciocínio matemático não nos referimos a elas como objetos materiais, nem como desenhos, pois são apenas modelos materializados das entidades mentais, com as quais o matemático trabalha.

Temos ainda que as propriedades das figuras são impostas por definições, ou derivadas destas, em certo sistema axiomático. Deste ponto de vista, uma figura geométrica tem natureza conceitual - um quadrado não é apenas uma imagem desenhada em uma folha de papel, é uma forma controlada por uma definição. Assim, uma figura geométrica pode ser descrita como

possuidora de propriedades intrinsecamente conceituais. Esses são os conceitos figurais que possuem, portanto, dois componentes: o conceitual e outro figural. O componente conceitual, com maior ou menor grau de formalismo baseado na linguagem natural e/ou simbólica, caracteriza certa classe de idealizações, generalizações, etc. Já o componente figural é de natureza visual (forma, posição, tamanho) e pode ser expresso através de um desenho.

Quando se discute a aprendizagem em geometria, lembramos que ela está regida por axiomas, e o domínio desse pensamento, de certa forma, é evolutivo e definido pelo Modelo de Van Hiele, através de diferentes níveis de pensamento, que guardam estreita relação com os estágios do desenvolvimento cognitivo da teoria piagetiana (GRAVINA, 2001).

Esses estágios estão definidos do nível Zero ao nível Quatro.

No Nível Zero, o da visualização, as crianças classificam e nomeiam formas geométricas, ao abstrair dos objetos aspectos de natureza ainda perceptiva: reconhecem quadrados, retângulos, losangos, mas sem a eles atribuir propriedades.

No Nível Um, o da análise, propriedades são apreendidas das formas geométricas e com elas se identificam, mas não são estabelecidas relações inferenciais entre as propriedades, e definições ainda não se apresentam.

É no Nível Dois, da dedução informal, que relações de implicação entre propriedades começam a ser estabelecidas, mas ainda desprovidas de argumentos dedutivos que expliquem o porquê destas relações; nesse nível, o aluno passa a entender o “definir de objetos geométricos” e a hierarquizar propriedades, mas ainda não possui habilidades para produzir suas próprias demonstrações.

No Nível Três, da dedução formal, constitui-se o pensamento geométrico de natureza dedutiva, quando então axiomas e teoremas se integram no modelo teórico que forma a geometria euclidiana; é nesse nível que se dá o entendimento do significado de uma demonstração, e que se torna possível a produção de demonstrações.

O Nível Quatro, o do rigor, acontece quando passa a transitar pelas teorias axiomatizadas - as geometrias não - euclidianas (que não dependem mais de experiências e intuições sobre o mundo sensível imediato).

Nesse modelo de Van Hiele, podemos observar o quanto um nível depende do anterior, e que é um processo gradativo e evolutivo do pensamento.

Outro autor no qual buscamos informações para elaborar de forma estruturada as aulas de geometria foi Alan Hoffer (1981). Segundo este autor, o estudo de geometria não deveria ser marcado apenas por noções, conceitos e procedimentos, nem ao menos pelo conhecimento de termos e relações geométricas, mas também pelo desenvolvimento de habilidades geométricas, entre as quais destaca cinco: visuais, verbais, de desenho, lógicas e aplicadas (HOFFER, 1981).

Podemos ter críticas a respeito da teoria de Van Hiele, principalmente se focarmos sobre o raciocínio hierárquico (inclusões de classes) que acarreta. O raciocínio particionado é, possivelmente, consequência das estratégias tradicionais do ensino de geometria, porém, acreditamos que o raciocínio hierárquico, consideradas as ressalvas, pode ser conectado aos níveis um (1) e dois (2) de Van Hiele por meio de diversas estratégias e do uso de ferramentas, como softwares de geometria dinâmica.

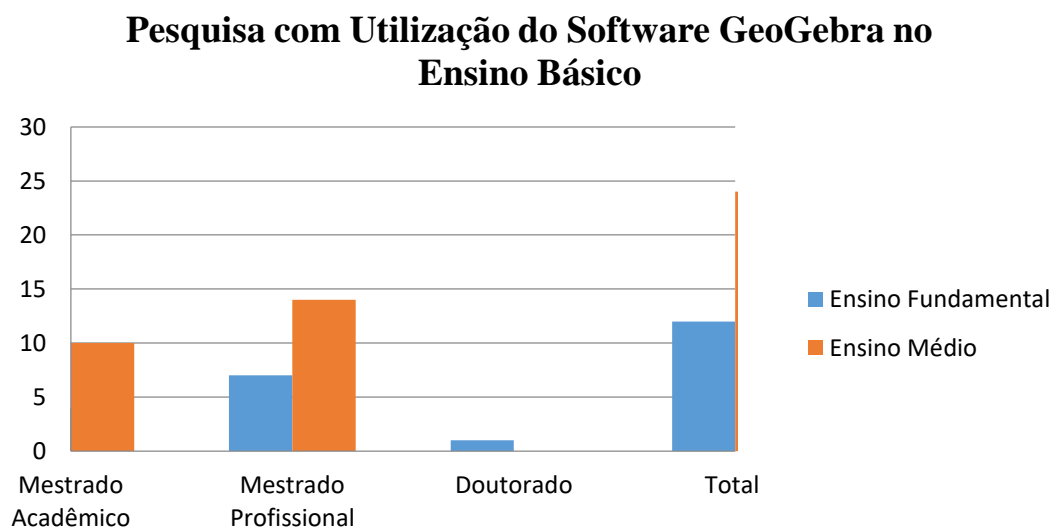
Para Hoffer (1981), as habilidades visuais estão relacionadas à capacidade de ler desenhos e esquemas, de discriminar formas e de visualizar propriedades nelas contidas. As habilidades verbais envolvem a capacidade de expressar percepções, elaborar e discutir argumentos, justificativas, definições, descrever objetos geométricos e usar o vocabulário geométrico.

As habilidades de desenho contemplam a capacidade de expressar ideias por meio de desenhos e diagramas; fazer construções com régua, compasso, esquadro, transferidor e programas gráficos de computador. As habilidades lógicas, por sua vez, relacionam-se à capacidade de analisar argumentos, definições, reconhecer argumentos válidos e não válidos, dar contraexemplos, compreender e elaborar demonstrações. Finalmente, as habilidades aplicadas envolvem a capacidade de observar a geometria no mundo físico, apreciar e reconhecer a geometria em diferentes áreas, tais como a arte.

3 O uso de softwares de geometria dinâmica

Menezes (2014) pesquisou, em Bibliotecas Digitais de Teses e Dissertações dos Institutos de GeoGebra e do Banco de Teses da CAPES, sobre investigações acadêmicas realizadas entre 2009 e 2012, utilizando o *software* GeoGebra e tendo como campo de pesquisa o Ensino Fundamental e Médio. Percebeu que, do resultado de 12 pesquisas feitas no ensino fundamental, que basicamente contemplavam conteúdos de Perímetro, Área, Circunferência e Mediatriz, nenhuma foi realizada no Ensino Fundamental I. Além disso, quando se compara trabalhos desenvolvidos no ensino fundamental e médio, vemos como resultado uma considerável discrepância, como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 - Pesquisa com Utilização do *software* GeoGebra, no ensino básico



Fonte: Menezes (2014, p. 117).

Buscando complementar esse estudo, ao realizarmos uma pesquisa simples no Banco de Teses e Dissertações, não encontramos nenhum estudo relacionado com os Registros de Representações Semióticas, ensino fundamental e o uso de *Software* de Geometria Dinâmica. Ao ampliarmos a pesquisa, retirando a restrição de ser no ensino fundamental, encontramos as

pesquisas de Silva (2014), Medeiros (2012), Damasco (2010) em trabalhos de dissertação e Janzen (2011) de tese.

Os pesquisados Silva (2014), Medeiros (2012), Damasco (2010) e Janzen (2011) corroboram a ideia principal de que o *software* GeoGebra é um facilitador do ensinar e aprender dos conceitos geométricos. No entanto, todos foram enfáticos na ideia de que é necessário que o professor domine o conceito matemático e saiba manusear corretamente o *software* para auxiliar os alunos durante suas descobertas e conjecturas. A leitura desses textos nos auxiliou na interpretação dos dados desta pesquisa (as questões realizadas pelos alunos do quinto ano, no GeoGebra, as filmagens das aulas ocorridas no laboratório de informática), para melhor analisá-los acerca da teoria de R. Duval.

4 Trabalho docente colaborativo

Neste artigo, discorreremos sobre a experiência vivida por um grupo de professores numa interação coletiva, para buscar um objetivo comum: encontrar novas formas do trabalho docente no ensino de Geometria no Laboratório de Informática, no uso de um software de geometria dinâmica.

Essa experiência é fruto de um projeto desenvolvido na universidade que buscou estreitar relações com a escola no avanço de práticas educativas com tecnologias. Foi criado um grupo de docentes, da universidade e de uma escola pública municipal, para o estudo e desenvolvimento de práticas educativas para o ensino de geometria. O projeto foi subsidiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O desenvolvimento ocorreu de junho de 2014 a junho de 2015, por meio de propostas no Laboratório de Informática da escola, promovendo atividades relacionadas ao conteúdo de Geometria em duas turmas do quinto ano do ensino fundamental. A equipe de trabalho foi composta por nove pessoas, todas atuantes na rede pública de ensino, sendo três ligadas à escola, duas à escola e à universidade (por fazerem parte de um programa de pós-graduação) e quatro exclusivamente à universidade. Cada integrante desenvolveu uma função específica, de modo a

colaborar com o todo e atingir seus objetivos coletivos e individuais. Houve quem auxiliasse no desenvolvimento das propostas no laboratório; quem buscasse recursos e melhorias para as máquinas do laboratório; quem se preocupasse com didáticas e desenvolvimento de material educativo; outros, responsáveis pela interação entre o projeto e a Secretaria Municipal de Educação, quando necessário.

Na colaboração, cada indivíduo participa da maioria das decisões: escolher a meta, definir as estratégias, definir as tarefas, avaliar o resultado; e o faz consciente de que é algo realmente importante para ele, algo que tanto beneficia o grupo como um todo, quanto a ele diretamente. (FERREIRA, 2003, p. 82).

O trabalho colaborativo abordado nesse texto refere-se ao contexto profissional e de formação dos professores envolvidos, ou seja, ao grupo que é formado por professores de Matemática que exercem diferentes funções no âmbito da educação. Contudo, com o tema de pesquisa em comum, nessa prática, esses profissionais compartilharam de ações na sala de estudos, as quais lhes proporcionaram realizar reflexões acerca dos problemas encontrados e buscar soluções melhores e mais eficientes.

Foram convidados a participar desse estudo 30 alunos que cursavam o quinto ano do ensino fundamental nos anos de 2014 e 2015, totalizando 60 alunos. Claro que, por envolver seres humanos, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da universidade.

As atividades eram pensadas em conjunto, entre as pessoas das instituições, escola e universidade, cada ambiente contribuindo com sua especialidade, prática e pesquisa, respectivamente. A demanda era proposta pela escola, que optou exclusivamente pelo trabalho na disciplina de Matemática, no conteúdo de Geometria. Enquanto isso, as opções a serem propostas vinham da turma da universidade que as trazia para discussão nas reuniões do grupo, semanalmente, e que propositalmente envolviam o software de geometria dinâmica GeoGebra (aglutinação das palavras Geometria e Álgebra), um aplicativo de matemática dinâmica que combina conceitos de geometria e álgebra em uma única interface gráfica do utilizador. Sua distribuição é livre, nos termos da General Public License (GNU), e é escrito em linguagem Java, o que lhe permite estar disponível em várias plataformas.

As ações eram aprovadas e colocadas em prática, retornando dados para estudos sobre sua eficácia e interesse. Mencionaremos algumas atividades, sem entrar em discussão profunda delas, porque esse não é o objetivo deste artigo, mas entender como um software de geometria dinâmica, em nosso caso o Geogebra, pode ser usado para encabeçar, orientar ou direcionar uma atividade de estudo de geometria.

Entre as atividades que mais se destacaram, em longevidade e interesse, citamos aquelas que tinham como tema central as Figuras Geométricas Planas: polígonos e circunferências. Houve um trabalho com imagens, um passeio pelo interior da escola buscando identificar formas geométricas, registrando os achados, por meio de fotografias tiradas pelos alunos, tratadas no software geometria dinâmica. Atividades com jogos e materiais concretos também fizeram parte do arsenal de atividades desenvolvidas pelo grupo, no decorrer do período que lá estive.

Houve ainda trabalho com robótica utilizando o kit Mindstorm da empresa LEGO, lançada comercialmente em 1998, voltada para a Educação tecnológica. Construímos várias formas fisicamente com o kit, tendo como guia uma primeira construção feita no Geogebra. Entre prédios e carros, tivemos vários tipos de produção.

A Robótica Educacional de acordo com Barbosa:

(...) é uma linha de ensino, aprendizagem e pesquisa capaz de oferecer condições de trabalho com atividades investigativas e de treino, ou seja, constituir ambientes diversos de aprendizagem dependendo da abordagem pedagógica adotada e os objetivos educacionais a serem alcançados. (BARBOSA, 2011, p. 56)

Usamos blogs para registrar todos os passos das atividades. Uma das justificativas da utilização desse instrumento foi a possibilidade de registrar diariamente e envolver os alunos no abastecimento de informações dos sites, já que os alunos criaram e mantinham os blogs.

De acordo com Boeira:

o blog é um ambiente que a princípio, não foi desenvolvido para fins educacionais, porém por apresentar algumas características, tais como a possibilidade de comunicação, interação e construção coletiva entre as pessoas, pode ser utilizado na educação, por professores e estudantes, como um ambiente alternativo de aprendizagem. (BOEIRA , 2011, p. 18)

Estes ambientes virtuais permitem que os alunos trabalhem conforme sua disponibilidade, em suas residências, e não fiquem presos à estrutura da escola. Por outro lado, permitem ao professor uma ampliação de seu trabalho, divulga suas ideias e propostas, e aumenta o contato com pessoas fora da escola (MORAN et al, 2008).

As propostas foram aplicadas e trabalhadas interligando sempre todos os materiais eletrônicos possíveis, conhecidos pelos professores. Uma característica desse trabalho foi o retorno das atividades aos alunos. Uma vez que eles desenvolviam as atividades, elas eram analisadas pelo grupo de professores e retornavam ao conhecimento dos alunos, para dar-lhes um feedback das produções, registrando tudo nos blogs dos estudantes.

Essa importante ação de dar retorno só foi possível devido ao trabalho colaborativo entre o grupo de professores. Além de quebrar a rotina de sala de aula e definir propostas que possibilitassem aos alunos ver a geometria a sua volta, os professores facilitavam o trabalho um dos outros através de troca de experiências vividas.

5 Resultados e discussões

O objetivo desse estudo foi compreender qual a viabilidade do trabalho com o *software* de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria, no 5º ano do ensino fundamental, em uma escola pública. No conjunto de atividades elaborado pelo grupo de pesquisadores, o resultado da análise mostrou que o potencial do *software* de geometria dinâmica pode estar integrado às apreensões de uma figura, na resolução de problemas em geometria. Por exemplo, na chamada visualização, que é a articulação entre as apreensões perceptiva e operatória, percebe-se que a apreensão perceptiva é determinante para o sucesso ou fracasso da apreensão operatória. Ao construir uma figura, ou identificar propriedades de uma figura em uma foto, por exemplo, quando a criança, num primeiro olhar, identifica os seus contornos fechados e

classifica-a no espaço, a sua apreensão perceptiva auxilia a identificação. A mesma apreensão perceptiva será responsável pelo sucesso na execução da atividade, quando o seu olhar for mais aprimorado.

Outro aspecto observado no desenvolvimento das atividades foi quanto à articulação entre a apreensão perceptiva e a discursiva. Embora a apreensão perceptiva tenha sido e seja considerada pelos estudiosos como determinante para a resolução dos problemas geométricos apresentados aqui, a apreensão discursiva foi também determinante para que o aluno aperfeiçoasse o olhar, para conseguir ver propriedades de uma figura geométrica, que não aparecem à primeira vista. Foi importante analisar a forma escrita dos alunos e a linguagem oral utilizada, o que permitiu aos pesquisadores compreender qual conhecimento individual tinha cada aluno sobre as questões que foram trabalhadas nesta pesquisa.

Segundo Duval (2015, p. 8), “a compreensão em matemática, aliás, em todos os domínios do conhecimento, implica sempre, coordenação entre linguagem e um ou mais tipos de representações visuais.” O *software* de geometria dinâmica, o uso dos *blogs*, a robótica vieram a auxiliar a compreensão dos conceitos estudados, nesta pesquisa, com os alunos do quinto ano, de forma a complementar o ensino e a aprendizagem em geometria, com os professores das turmas.

Duval (2016, p. 26) considera que "para compreender geometria, os alunos devem aprender a desconstruir dimensionalmente as figuras, e não a construí-las, mesmo que utilizem algum programa computacional" (DUVAL, 2016 p. 26). Essa desconstrução dimensional das formas foi trabalhada na maioria das atividades desenvolvidas com os alunos, por exemplo, quando conseguiam visualizar um segmento, ou um círculo dentro de uma fotografia, e utilizá-lo, destacando suas propriedades com o uso do Geogebra. Cognitivamente esse aluno trabalha conceitos da geometria.

Duval (2012) ainda nos alerta sobre a importância da atividade matemática, de poder mobilizar muitos registros de representação semiótica (figuras, gráficos, escrituras simbólicas, língua natural, etc.), no decorrer de um mesmo passo, e de poder escolher um registro no lugar do outro. E, independente de toda comodidade de tratamento, o recurso a vários registros parece mesmo uma condição necessária, para que os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações, e que também possam ser reconhecidos em cada uma delas. Nesse sentido,

foram trabalhados os conceitos de retas, semirretas, ângulos, polígonos, poliedros e corpos redondos, de diferentes maneiras, o que foi percebido na análise dos episódios apresentados, a fim que o aluno conseguisse cognitivamente diminuir suas dificuldades em ter uma boa aprendizagem em matemática.

Foi possível observar por meio da análise dos dados, sendo estes as filmagens e os registros feitos pelos alunos nos Blogs, que os alunos demonstraram certo amadurecimento sobre os conceitos geométricos. Isso foi constatado pela argumentação escrita, na linguagem utilizada, na apropriação dos conceitos e nomenclaturas utilizadas pelos alunos. Essa constatação está de acordo com os níveis do pensamento geométrico descritos por Van Hiele.

Ainda com relação à apreensão discursiva, torna-se necessário que o professor, nessas questões, introduza a linguagem correta pertinente – planos, paralelos, vértices, segmentos de reta, entre outros.

Finalmente, tendo-se em vista o questionamento do problema que se apresentou para orientar o trabalho, qual seja: “compreender qual a viabilidade do trabalho com o software de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria, no 5º ano do ensino fundamental, em uma escola pública?”, pode-se afirmar que é viável o uso do *software* de Geometria Dinâmica. Cabe ao professor selecionar atividades que contemplem tanto apreensões quanto capacidades, de maneira que essa integração se dê de forma efetiva. A análise das atividades mostrou o quanto o uso do *software* instigou os alunos a terem confiança diante de uma situação-problema, de tomarem iniciativa e buscarem a solução. Eles mostraram confiança na capacidade de analisar e iniciativa para enfrentar algo novo ou desconhecido.

Duval (2015, p. 5) afirma que, para poder aprender em matemática, é preciso fazer por si mesmo, ou seja, é um tipo de conhecimento, cuja prática permanece eminentemente individual. Por esse motivo, a ação interativa com o *software* de geometria dinâmica pode ser um facilitador da apreensão dos conceitos matemáticos. A partir do momento em que o aluno consegue fazer descobertas, dar contraexemplos, ele é capaz de ter sucesso na autonomia no que concerne à atividade matemática.

As pesquisas sobre o trabalho com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC no processo de ensinar e aprender Matemática, nas séries iniciais do ensino fundamental, são ainda incipientes. Sabemos da complexidade da utilização das TDIC na formação inicial e continuada de professores, para atuarem nas séries iniciais, principalmente sendo necessário orientar os alunos em práticas, em que os próprios professores precisam ainda se aprimorar. Assim, nossa pesquisa remete à necessidade de aprimorar as atividades educativas e realizar um processo reflexivo e formativo com os professores. A expectativa é que esse processo seja cada vez mais endossado pela prática docente.

Referências

ABRANTES, P. Investigações em Geometria na sala de aula. *In*: VELOSO, E.; FONSECA, H; PONTE, J.; ABRANTES, P. (org.). **Ensino da geometria ao virar do milênio**. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. 1999. p. 51-62.

ALVARENGA, C. E. A. **Autoeficácia de professores para utilizarem tecnologias de informática no ensino**. 2011. 183 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BARBOSA, F. C. **Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer**. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

BOEIRA, A. F. **A linguagem em blog educativo e o processo de aprendizagem**. 2011. 178 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2011.

BRANDÃO, A. C.; SELVA, A. C. V. O livro didático na educação infantil: reflexão versus repetição na resolução de problemas matemáticos. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 69-83, jul./dez. 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97021999000200006>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v25n2/v25n2a06.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 126 p.

DUVAL, R. Geometry from a Cognitive Point of View. *In*: MAMMANA, C.; VILLANI, V. (editores), **Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century**, Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, p. 37-52, 1998.

DUVAL, R. **Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning.** *In: PME 21, México. Anais [...]* México, v. 1, 1999. p. 3-26.

DUVAL, R. Registros de Representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática.** Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, dez. 2012.

DUVAL, R. Questões epistemológicas e cognitivas para pensar antes de começar uma aula de matemática Tradução: Mércles Thadeu Moretti. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática.** Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 1-78, mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2016v11n2p1>.

FERREIRA, A. C. **Metacognição e desenvolvimento profissional de professores de matemática: uma experiência de trabalho colaborativo.** 2003. 368 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

GUIMARÃES, H. **Ensinar matemática: concepções e práticas.** Lisboa: APM. (1988).

HOFFER, A. **Geometria é mais que prova.** Tradução de Antonio Carlos Brolezzi. *Mathematics Teacher, NCTM*, v. 74, p.11-18, jan. 1981.

JANZEN, E. A. **O papel do professor na formação do pensamento matemático de estudantes durante a construção de provas em um ambiente de geometria dinâmica.** 2011. 194 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

LOBO da COSTA, N. M.; PRADO, M. E. B. B. Formação Continuada do Professor de Matemática – o trabalho colaborativo e o desenvolvimento profissional docente, *In: XIII CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 13, 2011, Recife. **Anais [...]** Recife, 2011, p. 1-13. Disponível em: <http://www.lematec.net.br/CDS/XIIICIAEM/artigos/1558.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MENEZES, D. C. **Desenvolvimento da Cultura Digital na formação inicial do professor de matemática.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 14. ed. Campinas, SP. Papirus, 2008.

NACARATO, A. M. O ensino de Geometria nas séries iniciais. *In: IX ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2007, Belo Horizonte. Diálogos entre a pesquisa e a prática educativa. **Anais [...]** Belo Horizonte: SBEM e SBEM/MG, 2007. v. 1. p. 1-18.

NACARATO, A. M. et al. **A geometria nas séries iniciais: uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores.** Adair Mendes Nacarato, Carmem Lucia Bancaglion Passos. – São Carlos: EdUFSCar. 2003.

PRENSKY, M. A. **Digital Natives Digital Immigrants.** On the Horizon. MCB University Press (2001).

PRENSKY, M. A. **Não me atrapalhe, mãe** – Eu estou aprendendo! São Paulo: Phorte, 2010. 320 p.

RIBEIRO, A. L. **O papel da escola básica como agência promotora do letramento digital.** E-Hum, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-15. 2010.

ROCHA, I. **A Didática da Matemática no desenvolvimento profissional dos professores do 1. ciclo.** Lisboa: APM. (1995).

RODRIGUES, C. **O uso de blogs como estratégia motivadora para o ensino de escrita na escola.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ROLDÃO, M. C. (2005). Formação de professores, construção do saber profissional e cultura da profissionalização: que triangulação? *In:* ALONSO, L.; ROLDÃO, M. C. (Coord.), **Ser professor do 1º ciclo: construindo a profissão.** Coimbra: Almedina. 2005. p. 13-26.

SANTOS, C. A.; NACARATO, A. M. **Aprendizagem em Geometria na educação básica: a fotografia e a escrita na sala de aula.** Belo Horizonte: Autentica. 2014.

ZILLI, S. R.. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática.** 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Recebido em: 26/09/2016

Revisado em: 19/02/2019

Aprovado para publicação em: 18/06/2019

Publicado em: 19/12/2019