

MOVIMENTO COMO POSSIBILIDADE PARA A COMPREENSÃO DO OBJETO GEOMÉTRICO

MOVEMENT AS A POSSIBILITY FOR UNDERSTANDING THE GEOMETRIC OBJECT

SAMPAIO, Raissa Samara¹

OLIVEIRA, Vanessa de²

RESUMO

Este artigo apresenta uma discussão sobre o estudo de geometria com tecnologias a partir de uma pesquisa de mestrado em Educação Matemática. Expomos dados de um trabalho com o *software* GeoGebra no ensino de geometria que busca compreender as potencialidades do mesmo para a aprendizagem geométrica, destacando o movimento do objeto como parte relevante desse processo. A metodologia assumida na pesquisa é de cunho qualitativo com abordagem fenomenológica. Neste artigo o objetivo é discutir o modo pelo qual as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) permitem trabalhar atividades na sala de aula do 7º ano do Ensino Fundamental, explorando o movimento de sólidos geométricos. Para tanto, elegemos uma atividade, dentre as desenvolvidas com os alunos para discutir o raciocínio expresso por eles quando há manipulação do *software*.

Palavras-chave: Fenomenologia. *Software*. Ensino Fundamental. Geometria.

ABSTRACT

This article presents a discussion about the study of geometry with technologies from a master's research in Mathematical Education. We expose data from a work with GeoGebra software in the teaching of geometry that seeks to understand its potential for geometric learning, highlighting the movement of the object as a relevant part of this process. The methodology assumed in the research and qualitative with a phenomenological approach. In this article the goal is to discuss the knowledge and communication through Digital Information and Communication Technologies (TDIC) instead of activities in the classroom of the 7th year of elementary school exploring the movement of geometric solids. To do so, we chose an activity, as developed by the students to discuss the reasoning expressed by them when manipulating the *software*.

Keywords: Phenomenology. *Software*. Elementary School. Geometry.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma discussão sobre o estudo de geometria com tecnologias a partir de uma pesquisa de mestrado em Educação Matemática. Para este texto elegemos uma atividade explorada com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental sobre planificações de prisma. O objetivo na pesquisa é analisar as possibilidades de, por meio da exploração do *software*, os alunos compreenderem a ideia de volume dos sólidos geométricos.

Optamos por iniciar nossas discussões com a questão: “por que tecnologias”? A resposta, segundo o que entendemos, pode ser “em decorrência de suas potencialidades”. Considerando essa característica e refletindo sobre as possibilidades para a sala de aula, escolhemos o *software* GeoGebra em virtude de sua dinamicidade para propor tarefas aos alunos.

¹ Mestre em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Docente no Instituto São José (ISJ), São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Endereço eletrônico: raissa.samara@yahoo.com.br.

² Doutoranda em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Docente no Colégio Tableau, Pindamonhangaba, São Paulo, Brasil. Endereço eletrônico: vanessadeoliveira31@yahoo.com.

O termo geometria dinâmica tem sido utilizado na área de matemática e na Educação Matemática em diversos contextos e com diferentes significados. Ao falar de geometria dinâmica, não exprimimos uma geometria desconhecida, “mas simplesmente uma exploração da ideia de movimento para descrições geométricas” (BRAVIANO, RODRIGUES, 2002, p. 22). Ou, segundo Dias (2005), o conceito de dinamismo está relacionado às transformações geométricas.

Em decorrência de suas potencialidades, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) enfatizavam a importância da informática na educação desde 1998, salientando suas possibilidades em ampliar o desenvolvimento de habilidades como a escrita, a leitura, a visão, a audição, a criação, proporcionando um ambiente de aprendizagem em que se desenvolvam “novas formas de comunicar e conhecer” (BRASIL, 1998, p. 34).

No caso do ensino de geometria, uma das dificuldades de aprendizagem discutidas por pesquisadores está relacionada com a visualização. Segundo esses autores há, no uso do *software*, possibilidades de trabalho em sala de aula que podem auxiliar na superação de tais dificuldades. Isso porque, segundo Barco (2013), o movimento proporcionado por um *software* de geometria dinâmica pode ser relevante para o desenvolvimento da habilidade de visualização, uma vez o aluno pode ver aspectos que se mantêm (invariantes) e destacar características que ainda não haviam sido observadas.

Neste artigo exploramos uma atividade realizada com alunos do 7º ano de uma escola pública de ensino integral do município de São José dos Campos – SP, com o objetivo de explorar inicialmente no e com o *software* atividades que investigavam planificações e, por meio da utilização da janela de visualização 3D do GeoGebra, discutir os resultados encontrados.

Para dar sentido ao que foi feito discutiremos, de modo breve, os aspectos teóricos e metodológicos que subsidiam a pesquisa que dá origem a este texto.

2 COMPREENSÕES ACERCA DO INVESTIGADO

Nesta seção iremos expor nossa compreensão acerca do estudo teórico empreendido sobre a presença das tecnologias na sala de aula. Apresentamos, também, o *software* escolhido para nossa pesquisa e o sentido que, para nós, faz a produção de conhecimento matemático quando se está com o computador

A importância do uso das tecnologias em sala de aula já é uma discussão antiga. Autores como Valente (1999), Ponte (2000), Borba (2002) já discutiam a importância de seu uso no contexto educativo, salientando que o conhecimento tem sido alterado através do tempo e a tecnologia é um dos fatores que o tem influenciado.

Entendemos que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) propiciam a oportunidade de gerar situações que despertem o interesse do aluno e o conduza à compreensão de um tema abordado em sala de aula. Mas, ao se tratar de TIC, pode-se dizer tanto do giz e lousa, lápis e papel quanto de recursos como os *software*, internet, etc. Assim, a discussão acerca das TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) surge na atualidade como uma forma de focar exclusivamente as tecnologias digitais.

Segundo Valente (2005), a evolução das tecnologias segue um ritmo acelerado, e a escola tem o desafio de refletir e possibilitar que tais mudanças sejam discutidas em sala de aula, de modo que os estudantes possam utilizá-las de forma reflexiva e ética.

“As mudanças na sociedade e na cultura, advindas da disseminação das práticas sociais midiáticas pelas TDIC, são de tal envergadura que suscitam estudos gerados em distintas áreas do conhecimento” (VALENTE, ALMEIDA; GERALDINI, 2017, p. 458), o que justifica pensar

sobre as mudanças no ensino. Esses autores destacam como maior desafio o fato de se ter que pensar propostas educativas que superem a instrução centrada no professor ou no conteúdo ditado pelo livro didático, em que há uma passividade do aluno como receptor do conteúdo, ou seja, o maior desafio da educação frente às TDIC está na adequação do ensino às exigências que a sociedade atual demanda

Entendemos que o ensino centrado apenas no professor e em livros didáticos já não é suficiente para a formação dos alunos se considerarmos as transformações que a sociedade enfrenta, o que exige, a cada dia, novos modos de agir, pensar e resolver problemas.

As TDIC trazem oportunidades de exploração e investigação, particularmente no estudo de sólidos geométricos, tornando possível analisar suas propriedades. Aliada a essas características o aluno assume outro papel no processo educacional, ou seja, ele passa a investigar, a percorrer caminhos desconhecidos.

A passividade do educando já é algo que vem sendo discutido há tempos. Valente (1999) já comentava a importância do professor deixar de ser “entregador” de informação, para ser alguém que abre caminhos para que o aluno possa percorrer. Assim, “a ênfase da Educação deixa de ser a memorização da informação transmitida pelo professor e passa a ser a construção do conhecimento realizada pelo aluno de maneira significativa, sendo o professor o facilitador desse processo de construção.” (VALENTE, 1999, p. 21).

O termo facilitador usado por Valente (1999) à época já foi sendo transformado em sua própria produção. O modo pelo qual o autor compreende o sentido das tecnologias não está mais imbricado à questão da “facilidade” uma vez que se pode questionar: tornar mais fácil o quê? Ou ainda, como deixar mais fácil? Em Valente, Almeida e Geraldini (2017) pode-se ver essa mudança de concepção quando os autores expõem um modo de compreender as tecnologias em uma perspectiva transformadora, abrindo possibilidades de investigação dos conteúdos e de produção de significado àqueles que a consideram no ambiente escolar – aluno e professor.

As TDIC, ao serem exploradas, possibilitam o desenvolvimento da autonomia do aluno que passa a inovar, a inventar, a criar no processo de construção/produção do conhecimento. É preciso, porém, ressaltar que não se trata apenas de inserir o uso das tecnologias para garantir um ensino de qualidade. Valente (2005) chama-nos a atenção para dois aspectos importantes do trabalho com tecnologias. Primeiramente, o fato de que “o domínio do técnico e do pedagógico não deve acontecer de modo estanque” (VALENTE, 2005, p. 1), ou seja, é necessário aliar o conhecimento técnico – da ferramenta, do *software* – ao pedagógico. “O domínio das técnicas acontece por necessidade e exigência do pedagógico e as novas possibilidades técnicas criam novas aberturas para o pedagógico, constituindo uma verdadeira espiral de aprendizagem” (VALENTE, 2005, p.1).

O segundo aspecto destacado pelo autor relaciona-se a “especificidade de cada tecnologia com relação às aplicações pedagógicas” (VALENTE, 2005, p. 2). Ou seja, o professor deve ter clareza de seus objetivos pedagógicos para escolher o *software* de modo a oportunizar um melhor desenvolvimento da atividade. Os PCN já destacavam que o foco do ensino deve ser a aprendizagem do aluno e que “só será possível na medida em que o professor proporcionar um ambiente de trabalho que estimule o aluno a criar, comparar, discutir, rever, perguntar e ampliar ideias” (BRASIL, 1998, p. 31). Valente (2005) destaca que o trabalho com tecnologias promove um ambiente onde os alunos tem a oportunidade de aprender. Isso porque, se o professor conhece as potencialidades de um *software* escolhido ele é capaz de articular isso que compreende com sua intencionalidade de ensino, criando oportunidades para que o aluno faça explorações, investigue e tire conclusões.

Buscamos, em nossa pesquisa de mestrado, um *software* que possibilitasse ao aluno a oportunidade de compreender a ideia de volume, desse modo o determinante para a escolha do *software* foi a potencialidade para a visualização 3D dos objetos. Christou (2007, p. 3, tradução nossa) diz que “um *software* de geometria dinâmica 3D deve fornecer ao aluno uma variedade e riqueza de imagens espaciais” e, de acordo com o nosso objetivo, o *software* GeoGebra nos dava abertura à exploração e à construção dos objetos.

O GeoGebra é um *software* de geometria dinâmica gratuito que atualmente se encontra em sua 6ª versão e possui a função de Realidade Aumentada. Possui várias ferramentas e permite a inter-relação entre álgebra, geometria e cálculo de medidas. Com várias premiações, o *software* foi criado por Markus Hohenwarter para ser utilizado em sala de aula. O projeto foi iniciado em 2001, na Universität Salzburg. Por ser um *software* gratuito pode ser utilizado em todas as escolas.

De acordo com Braviano e Rodrigues (2002), o termo geometria dinâmica tem origem com o surgimento do computador no século XXI e visa expor a possibilidade de exploração da “idéia de movimento para descrições geométricas” (BRAVIANO, RODRIGUES, 2002, p. 22). Com o computador a movimentação, a partir do uso de *software* geométricos, se torna possível ao sujeito que interage com ele. Ou seja, abrem-se possibilidades de manipular objetos matemáticos a partir de movimentos em que a construção não perde suas propriedades e as características dos procedimentos realizados, permitindo que o sujeito realize explorações, faça modificações e analise o que se mostra invariante. A partir de um trabalho investigativo o movimento permitirá que se compreendam “as propriedades abstratas dos objetos através de um tipo de percepção análoga à percepção sensorial denominada intuição de essência” (BARCO, 2013, p. 4).

Assim, atentando-nos às potencialidades do *software* como, por exemplo, os distintos modos de ver o objeto, elegemos o GeoGebra como recurso de subsídio para a elaboração das atividades.

Vale, neste momento, destacar que considerando o que na pesquisa se investiga - “Como a visualização potencializada pelo *software* GeoGebra possibilita a aprendizagem geométrica?” - a abordagem qualitativa fenomenológica foi nossa opção, pois permite que a busca seja orientada pela interrogação visando compreender os aspectos humanos envolvidos no fenômeno, como destacam Coltro (2000) e Bicudo (2011).

A postura fenomenológica assumida na pesquisa – na condução das tarefas e na análise e interpretação dos dados – permite-nos compreender o que é feito pelos alunos, atento aos seus modos de expressão. As atividades elaboradas são investigativas, o que significa dar oportunidade ao aluno de explorar, por exemplo, os sólidos geométricos levantando hipóteses sobre o sentido de volume e o modo de determiná-lo.

Nessa perspectiva, no contexto da sala de aula, o aluno (sujeito) é colocado como protagonista do aprender, isto é, no modo de ‘ser em’ ele tem a possibilidade de ir ao encontro, de investigar. Assim, pretendeu-se, em nossa pesquisa, possibilitar situações nas quais o objeto estudado pudesse ser explorado por meio da visualização e manipulação. Entretanto, a visualização a que nos referimos não consiste apenas no fato de “ver o objeto” ou de olhar para ele num ato de contemplação ou como ato de formar imagens mentais. Trata-se da percepção³ do sujeito. Percepção que não separa o visto de quem vê. Isso porque, segundo Bicudo (2010),

³ A percepção, na concepção fenomenológica, como afirma Paulo (2001) e Santos (2011), é um ato intencional no qual é possível ao sujeito ver o que se mostra. Ela abre a possibilidade de voltarmos nosso “olhar para o vivido e compreendê-lo com base na própria vivência” (PAULO, 2001, p.27), sem buscar explicar ou justificar o percebido.

o percebido é a 'coisa'. Não algo objetivo, dado em si, existindo em termos de forma e conteúdos precisos, mas algo fluido, mutante, que se mostra e se esconde, que se exhibe em múltiplas aparências, cada uma funcionando como exibição de um conteúdo, de uma função prática, de um 'para quê' (BICUDO, 2010, p.136).

Ou seja, não são representações do visto que se expõe, mas expressões do percebido, modos de dizer do que se mostra ao sujeito a partir de seu olhar intencionado, voltado para o percebido.

Dessa forma, a abordagem fenomenológica sustenta-se na postura assumida pelo pesquisador, cuja atenção deve estar direcionada para a compreensão do fenômeno, tomando como ponto de partida uma investigação sem pré-conceitos, isto é, sem ater-se a teorias que expliquem características de determinado fenômeno.

Ainda, na abordagem fenomenológica, entende-se que um *software* potencializa a produção de conhecimento pelo aluno ao permitir a investigação, em nosso caso, de sólidos geométricos. As possibilidades de visualização tridimensional do computador vão além da ferramenta, isto é, as possibilidades que o aluno tem para realizar explorações se encontram com as potencialidades do *software* e aquilo que lhe é permitido manusear e descobrir.

Na perspectiva fenomenológica, ao discutir o sentido da visualização, foca-se a figura entendida como "suporte" para a aprendizagem que se torna "um apelo visual relevante para a atribuição de significados às situações geométricas." (PAULO, 2006, p. 4). A figura é, nessa concepção, essencial para a compreensão do que é investigado. A visualização é um modo de investigar que visa compreender o que é percebido.

Villarreal (2013), ao apresentar uma perspectiva do trabalho em sala de aula com tecnologias diz que é uma construção seres-humanos-com-meios, em que

o sujeito epistêmico é, na verdade, um coletivo constituído por seres humanos com meios. A noção de seres humanos com meios traz duas ideias centrais: por um lado, essa cognição que não é um empreendimento individual, mas social (portanto, humano) e, por outro lado, essa cognição inclui ferramentas, meios pelos quais se produz o conhecimento e esse componente do sujeito epistêmico não é auxiliar ou complementar, mas essencial. Tão essencial que este meio seja constitutivo do conhecimento, de modo que se estivesse ausente, o conhecimento construído seria outro (VILLARREAL, 2013, p. 86, tradução livre).

De acordo com o compreendemos, o aluno produz conhecimento pela investigação e, ao estar com o objeto, no caso o *software*, intencionado, percebe características e propriedades que não foram percebidas até então.

Neste artigo apresentamos uma proposta de trabalho com sólidos geométricos em um contexto em que a visualização é fundamental. A análise da vivência com os alunos mostrou que o movimento do objeto geométrico se torna um meio para a sua compreensão e, para que seja possível discutir tal relevância, vamos considerar alguns aspectos que tratam do movimento na geometria dinâmica.

Em nosso caso o movimento, tal como o arrastar, deformar e transformar, é relevante para pôr em destaque aspectos da visualização que, assumida na postura fenomenológica, diz de um modo de percepção que abre à investigação. Assumindo a postura fenomenológica, abrimos caminhos para o diálogo visando o que é investigado pelos alunos, buscando a compreensão do percebido.

Detoni e Pinheiro (2016) exploram o dinamismo do movimento possibilitado pela investigação com o *software* e defendem a inter-relação do sujeito com o objeto. No entanto, para esses autores, ao realizar a exploração no *software*, o sujeito se move junto ao objeto, ele se move em um movimento intencional original de movimentar-se, “é mobilizar nosso corpo, dinâmico e presente em ações e gestos, de modo que ele empreste o espaço que ele tem, como espacialidade no mundo, ao mundo da geometria” (DETONI; PINHEIRO, 2016, p. 6). Isso indica, segundo compreendemos, que como um ser consciente, não há apenas um deslocamento físico de meu corpo, entendido como objeto que se desloca. Movimento-me em busca da compreensão de algo.

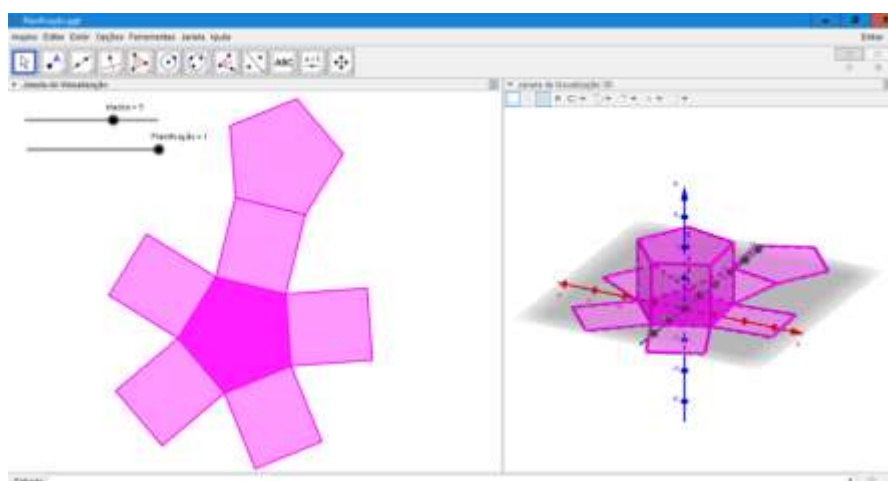
O estudo realizado com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental envolvendo explorações de prismas no GeoGebra permitiu-nos compreender a potencialidade do *software* de geometria dinâmica. Expomos, a seguir, uma das atividades realizadas e o seu desenvolvimento.

3 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE E ANÁLISE DOS DADOS

Na atividade que iremos discutir envolveram-se 15 alunos, estando disponível um computador para cada. Optamos, ao nos referirmos aos alunos, por usar pseudônimos criados por nós na pesquisa de metrado (SAMPAIO, 2018), para preservar as identidades dos estudantes. O objetivo foi explorar a planificação de prismas através das ferramentas disponibilizadas pelo *software*. A utilização dos controles deslizantes (ferramenta do GeoGebra) era essencial para visualizar o movimento de planificação do sólido geométrico e investigar algumas possibilidades.

Foi instalado previamente, em cada computador, um arquivo construído no GeoGebra pela pesquisadora que continha um prisma cujo número de lados do polígono da base era determinado por um controle deslizante, variando de 3 a 6 lados. Havia, também, outro controle deslizante para a planificação do prisma, conforme sugere a imagem a seguir.

Figura 1: Planificação do prisma de base pentagonal



Fonte: Autoria própria

Inicialmente os alunos tiveram um tempo livre para a exploração do sólido. Em seguida, foram levantadas algumas questões:

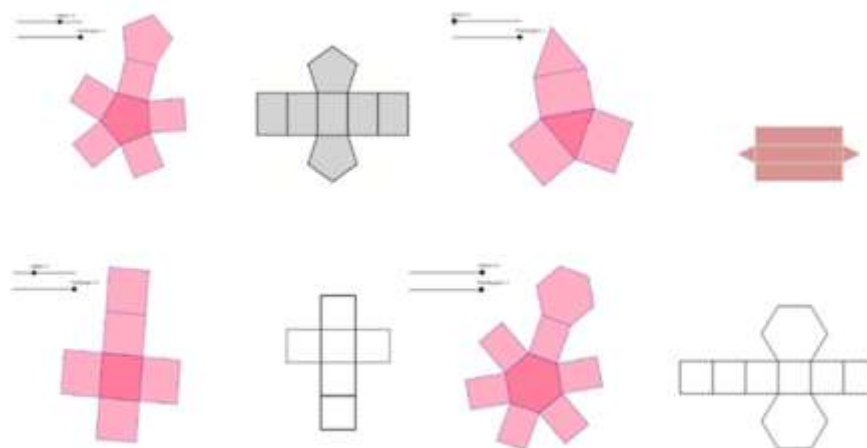
1. *As planificações obtidas pela animação são únicas? Há mais formas de representar cada uma das planificações obtidas?*

O objetivo da questão era levar os alunos a pensar sobre a forma que o GeoGebra planificava o sólido. Ou seja, esse modo seria único?

A segunda questão visava a comparação de imagens de planificações de prismas retiradas da internet e as planificações dos prismas realizadas no GeoGebra. Foi-lhes pedido que as comparassem.

2. *Verifique se as planificações a seguir – feitas no GeoGebra e retiradas da internet - são equivalentes.*

Figura 2: Comparação entre planificações



Fonte: Autoria própria

Os alunos deveriam comparar as planificações dadas, isto é, as imagens apresentadas representam um prisma cuja base possui o mesmo número de lados? Os alunos poderiam usar o *software* para a análise.

Todos os alunos foram capazes de identificar a equivalência entre as planificações e deram justificativas variadas. Então os questionamos novamente:

3. *Por que algumas planificações vistas no software GeoGebra são diferentes das retiradas da internet? Qual motivo você acredita haver para ter planificações diferentes?*

Destacamos, a seguir, o que foi expresso pelos alunos procurando articular o modo pelo qual isso nos permite compreender “Como a visualização potencializada pelo *software* GeoGebra possibilita a aprendizagem geométrica?”.

Descartes, um dos participantes, afirma, ao manipular o controle deslizante do *software*: “Aqui ó, eu posso transformar. Aqui eu posso abrir”. O aluno se vê movimentando o sólido na tela do computador. Ou seja, para ele há uma possibilidade de movimento que a planificação do *software* tem relativamente à imagem retirada da internet (expressa no papel e, portanto, estática). Ao dizer “Aqui eu posso abrir” o aluno aponta para uma possibilidade que é vista pela dinamicidade do *software*, o objeto é passível de ser manuseado, alterado, (re)feito.

Em nossa pesquisa, na fala de *Hipátia*, vê-se que a ideia de mudança e permanência vai fazendo sentido quando ela diz que “Ele vai mudando. Vai aparecendo... Muito legal.”. Ela percebe a dinamicidade potencializada pelo *software*, pois, ao movimentar o controle deslizante,

vê o sólido se abrindo sem perder sua natureza, isto é, sem deixar de ser o que ele é, mantendo-se com todos seus elementos em movimento.

Ao movimentar o objeto no *software*, a aluna tem a possibilidade de visualizar as propriedades que permanecem, aquilo que é junto ao objeto. Já na fala de *Gauss*, pode-se ver a igualdade que se mostra na diferença. Ele diz: “São! Elas são equivalentes! [Manipulando o sólido no GeoGebra]”. Ou seja, na manipulação ou no movimento realizado com o *software*, o aluno olha para o que era constante na planificação, para ver se estas, que lhes são apresentadas, são equivalentes. Nota que, embora tenham configurações (desenhos) distintas, produzem o mesmo sólido geométrico, logo são equivalentes.

Newton, nesse mesmo sentido, também destaca a equivalência das planificações: “Deixa eu ver... [Observando as imagens] Dá!!!”. Esse modo de os alunos analisarem o que é visto, potencializando o que pode se tornar, abre-lhes, pela visualização, a oportunidade de as similaridades se mostrarem. Porém,

o movimento que leva uma figura a coincidir com outra por superposição difere de deslocamento, no sentido físico deste termo. Deslocamento é a mudança de posição de um corpo sólido, no decorrer do tempo, podendo decompor-se em vários movimentos. A noção de movimento em Geometria diz respeito à posição final e à posição inicial de um objeto, não levando em consideração a passagem do tempo, e, sim, a trajetória descrita durante este movimento. Sobre a distinção entre movimento e deslocamento (DIAS, 2005, p.74).

Ou seja, ao tratarmos do movimento, não nos referimos a ação de retirar um objeto físico de uma determinada posição e colocá-lo em outra, mas a trajetória de um objeto geométrico, tendo o aluno a possibilidade de estar-junto-ao-objeto no momento da movimentação. Há uma potencialidade. O aluno tem a possibilidade de movimentar o objeto na tela do computador, pois ele pode se mover e, assim, o investiga, interroga-o, torna-o dinâmico, ou seja, o educando percebe “as propriedades abstratas dos objetos através de um tipo de percepção análoga à percepção sensorial denominada intuição de essência” (BARCO, 2013, p. 4), pois ele (aluno) percebe aquilo que se mostra em potência no objeto intencionado.

Newton ensaia um modo de explicar como poderia mostrar a igualdade que vê nas figuras, dizendo “Porque os dois tem o mesmo... Os mesmos quadrados e esqueci o nome... E se tipo... Se eu fizer tipo um círculo com os que tenho aqui, vai ficar como esse aqui.”. Ele não só compara as planificações, mas percebe a igualdade das faces laterais do prisma, ou seja, *Newton* destaca uma característica que considera fixa no prisma (as faces laterais que são retangulares) e procura identificá-las nas planificações. Entretanto há algo que o aluno aponta como diferença: a disposição das faces nas planificações. Para justificar sua resposta, ele utiliza de um movimento que ainda não havia tentado no *software*, a rotação das faces em torno das arestas da base do prisma. Ele vê o movimento das faces como uma possibilidade para defender as conclusões que expõe.

A possibilidade de mudança, de movimento, de transformação, de combinação com outros objetos, abre à exploração das propriedades das figuras, identificando igualdade e diferenças pelo que o *software* oportuniza fazer (SAMPAIO, 2018).

Dias (2005, p. 59) questiona algo que nos leva a pensar. Diz o autor: “O movimento dos objetos geométricos na tela do monitor é o movimento geométrico?”. Ou seja, ao movimentar o objeto na tela do computador, estamos a movimentá-lo geometricamente?

Detoni e Pinheiro (2016) nos permitem discutir essa questão quando destacam que na ideia de movimento, tanto quanto na de espaço, não há a representação de corpos exteriores ao espaço geométrico, mas o raciocínio sobre esses corpos. Ou seja, segundo os autores, o

movimento é como que uma impregnação de sujeito e objeto, o sujeito se move com o objeto “como se estivesse nele” (DETONI; PINHEIRO, 2016, p. 3).

Movimentação e espacialização são dois pontos que não se separam, pois

perceber mudanças de posição de objetos reflete perceber uma modificação em determinado conjunto de impressões, e essa percepção requer que sejamos capazes de nos colocar em situação de movimento, de modo a recuperar, relativamente, a posição inicial por uma movimentação inversa. (DETONI; PINHEIRO, 2016, p. 3)

Leibniz, ao justificar a diferença que vê entre os prismas e sua equivalência, diz que “Porque tem como você deixar quadrado e depois ir mexendo”. Entendemos que ele se coloca na situação de movimento. Naquele momento o software não possibilitava o movimento que ele desejava fazer – deixar quadrado e ir mexendo – mas ele se vê mexendo o objeto, fixa a base em uma posição inicial e se coloca no movimento das faces laterais para ver o que é produzido e justificar a equivalência que identifica.

O movimento se dá na desconfiguração do objeto. O aluno se vê decompondo o sólido e dividindo-o em objetos geométricos conhecidos, a fim de buscar respostas ao que lhe inquieta, como *Descartes* se justificou quando questionado sobre a equivalência entre as planificações. O aluno decompõe o sólido em objetos que lhe eram familiares: “Tipo, eu fiz um quadrado. Nesse quadrado eu posso criar um triângulo. Nesse triângulo, do triângulo eu posso criar um quadrado. Eu tenho um quadrado. Daí fiz um quadrado com o triângulo.”.

Ao analisar o que os alunos fazem para justificar o modo pelo qual identificam a equivalência entre as planificações ou os prismas, entende-se o que discutem Detoni e Pinheiro (2016) quando afirmam que não é o *software* que move o objeto, mas eu, como ser consciente, que me movo, movendo o software e, ao movê-lo, o compreendo. “Através do movimento tenho a possibilidade de compreender o objeto que estudo, pois meu corpo me permite compreender o sentido dos meus movimentos e, quando meu corpo está situado neste movimento, posso localizar o objeto e compreendê-lo” (SAMPAIO, 2018).

Detoni e Pinheiro (2016) dizem que quando me movo, não estou apenas me movendo fisicamente, mas me movo em um movimento intencional original de movimentar-me. Isso indica, segundo compreendemos, que como um ser consciente, não há apenas um deslocamento físico de meu corpo, entendido como objeto que se desloca. Movimento-me em busca da compreensão de algo.

Detoni e Pinheiro (2016, p. 10), citando Merleau-Ponty (2011, p. 161), esclarecem que o inter-ativo permite-nos dizer que “todas as operações exigem um mesmo poder de traçar fronteiras no mundo dado, traçar direções, estabelecer linhas de força, dispor perspectivas, em suma organizar o mundo dado segundo os projetos do momento”. Em nossa pesquisa vê-se que o aluno interpreta as fronteiras do software, traça direções para a construção da atividade, estabelece os caminhos que deseja seguir, ou seja, é o aluno que inter-age através do software para com o objeto.

A movimentação é, segundo o que interpretamos, importante para a aprendizagem geométrica, pois permite explorar possibilidades no software e mover-se junto ao objeto a fim de compreender a atividade e expor que o sentido se faça.

4 EM BUSCA DE UMA SÍNTESE COMPREENSIVA

Nosso objetivo no texto foi expor compreensões acerca do modo pelo qual as tecnologias, ao serem consideradas no ensino, podem vir a estimular a investigação.

Em nossa pesquisa as atividades propostas em sala de aula, consideradas em uma postura fenomenológica, tinham a intenção de permitir compreender como a visualização potencializada pelo software GeoGebra possibilita a aprendizagem geométrica. Para tanto, os alunos foram convidados a serem ativos, a investigarem e expor suas compreensões. Ao estar-com-os-objetos em um movimento de investigação eles puderam analisar o que faziam, de modo a entender a ideia de volume

Explorando situações por meio de um *software* os alunos, que conosco se dispuseram a trabalhar situações do contexto geométrico, foram capazes de argumentar sobre as construções feitas e expressar o que nelas estava sendo percebido. O estudo realizado nos permite ver a importância das tecnologias na sala de aula. Vê-se que, aliando a potencialidade de investigação à exploração matemática, as tecnologias abrem possibilidades para o ensino e a aprendizagem. Porém, retomamos os dizeres de Valente (2005) quando o autor diz da relevância de se considerarem simultaneamente os aspectos da tecnologia e os pedagógicos. Ou seja, é importante conhecer o *software*, mas também ter objetivos de ensino bastante claros de modo que os alunos sejam levados a realizar investigações junto ao *software*.

O movimento que o *software* de geometria dinâmica possibilitou, na realização das tarefas que propusemos aos alunos, foi importante para a investigação do sólido geométrico, para o reconhecimento de suas faces, para a compreensão de sua constituição. Os controles deslizantes, ferramenta do GeoGebra, possibilitaram ao aluno ver o movimento do prisma - sendo planejando, portanto em processo – e as questões que iam sendo feitas os levavam a analisar o que permanecia no movimento, identificando características comuns. A exploração permitiu que o aluno pudesse observar, investigar e concluir, abrindo-se ao diálogo com seus colegas e com o professor. Vê-se, na análise dos dados da pesquisa, falas significativas dos alunos que expõem o seu entendimento do visto. Mostra-se, para nós, a compreensão dos alunos.

Entendemos que o ensino com tecnologias oportuniza que o professor esteja junto ao aluno e não seja alguém que detém o conhecimento e transmite informações. O ensino torna-se um processo colaborativo em que o aluno tem oportunidade de pensar sobre o que é feito, traçando seus próprios caminhos e sendo acompanhado pelo professor e pelos colegas. Não é uma tarefa simples. É, antes, um desafio, tanto para o aluno quanto para o professor. Porém, na sociedade atual, vê-se que a formação do aluno deve possibilitar-lhe ser uma pessoa ativa, que tenha autonomia, atitude e iniciativa. Considerar as potencialidades das tecnologias, para nós, é um caminho possível.

REFERÊNCIAS

- BARCO, A. (2013) Fenomenologia da Geometria. In: CONGRESSO DE FENOMENOLOGIA DA REGIÃO CENTRO-OESTE, 5., 2013, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: UFG, 2013.
- BICUDO, M. A. V. Possibilidades pedagógicas. In: Maria Aparecida Viggiani Bicudo. (Org.). **Filosofia da Educação Matemática: fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas**. 1ªed. São Paulo: Editora UNESP, 2010, v. 1, p. 213-223.
- BICUDO, M. A. V. Aspectos da pesquisa qualitativa efetuada em uma abordagem fenomenológica. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa Qualitativa Segundo a Visão Fenomenológica**. 1 ed. São Paulo: Cortês, 2011. p. 29-40.
- BORBA, M. C. (2002) Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção de Matemática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO

- MATEMÁTICA, 1., 2002, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Matemática)**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRAVIANO, R.; RODRIGUES, M. H. W. L. Geometria Dinâmica: Uma nova Geometria. **Revista do Professor de Matemática**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Matemática, n. 49, p. 22-26, 2002.
- COLTRO, A. A fenomenologia: um enfoque metodológico para além da modernidade. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v.1, n. 11, p.37-45, 1º trim. 2000. Disponível em :< <http://www.regeusp.com.br/arquivos/C11-art05.pdf> >. Acesso em: 23 dez. 2016.
- CHRISTOU, C. et al. Developing student spatial ability with 3D software applications. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION (CERME), 5, 2007, Larnaca. **Anais...** Larnaca: CERME, 2007. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5b37/19ca933bd7aa57ab9328eaeac75d930ba9ce.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2017.
- DETONI, A. R.; PINHEIRO, J. M. L. (2016) Considerações filosóficas sobre o corpo movente e o conhecimento geométrico. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: UNICSUL, 2016.
- DIAS, M. S. S.O movimento na Geometria: abstração ou realidade. **Vértices** (Campos dos Goitacazes), Campos dos Goytacazes - RJ, v. 6, n.2, p. 57-81, 2005.
- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- PAULO, R. M. **A compreensão geométrica da criança: um estudo fenomenológico**. 2001. 309 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- PAULO, R. M. **O Significado Epistemológico dos Diagramas na Construção do Conhecimento Matemático e no Ensino de Matemática**. 2006. 192 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- PONTE, J. P. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios? **Revista Iberoamericana de educación**. n. 24, p. 63-90, 2000.
- SAMPAIO, R. S. **Geometria e Visualização: Ensinando volume com o software GeoGebra**. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2018.
- SANTOS, M. R. (2011). Conhecimento Geométrico e Fenomenologia: Algumas Articulações. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 15., 2011, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande: UEPB, 2011.
- VALENTE, J.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.
- VALENTE, J. A. **Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador: O papel do computador no processo ensino-aprendizagem**. In: SEED - MEC. Integração das Tecnologias na Educação. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2005.
- VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp/NIED, 1999.
- VILLARREAL, M. Humanos-com-medios: un marco para comprender la producción matemática y repensar prácticas educativas. In: MIRANDA, E. M.; BRYAN, N. A. P. (Coord.). **Formación de Profesores, Currículum, Sujetos y Prácticas Educativas. La perspectiva de la investigación en Argentina y Brasil**. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2013. p. 85-122.

Submetido em 06 de Agosto de 2019.
Aprovado em 21 de Novembro de 2019.