

METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES DO GEOGEBRA E PBL NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL

Sílvia Mourão Meireles

Especialista em Novas Tecnologias no Ensino da Matemática pela Universidade Federal Fluminense/UFF.
Professora do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.
E-mail: silviameireles0@gmail.com

Juliano Schimiguel

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP.
Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do
Sul/SP. E-mail: schimiguel@gmail.com

Marcelo Pupim Gozzi

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Técnico em Planejamento e Gestão na Escola de
Governo do Estado de São Paulo/EGESP.
E-mail: prof.mgozzi@gmail.com

Resumo: A disseminação e o desenvolvimento contínuo de novas tecnologias têm ocasionado transformações profundas que perpassam diferentes âmbitos da sociedade. Vivemos em um mundo digital permeado por tecnologias que avançam em direção à sala de aula, suscitando novas formas de ensinar e aprender. As metodologias ativas se configuram como possibilidade de ressignificação da prática docente, uma vez que viabiliza métodos em que o estudante tem participação ativa na aprendizagem e o conhecimento é construído de forma colaborativa. Nesse contexto, esse artigo tem como objetivo analisar as contribuições da integração de tecnologia digital no ensino de geometria espacial, com uso do aplicativo Geogebra 3D e aportes de *mobile learning* e *Problem Based Learning* (PBL). A pesquisa foi realizada em uma escola técnica localizada na cidade de São Paulo com uma turma de 35 alunos do 3º ano do Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM) e se caracteriza com um estudo de caso com abordagem qualitativa e quantitativa. A coleta de dados foi realizada por meio de observação direta, questionários e instrumentos envolvendo situações-problemas que versavam sobre as propriedades dos prismas. Os resultados apontam as metodologias ativas integradas ao aplicativo Geogebra 3D potencializam a aprendizagem de Geometria Espacial e favorecem a participação ativa dos estudantes na construção de conceitos geométricos.

Palavras-chave: Metodologias Ativas, Geometria Espacial, Geogebra 3D, PBL.

ACTIVE METHODOLOGIES IN MATHEMATICAL EDUCATION: Contributions of Geogebra and PBL in the learning of Spatial Geometry

Abstract: The dissemination and continuous development of new technologies has led to profound transformations that permeate different areas of society. We live in a digital world

permeated by technologies that advance toward the classroom, giving rise to new ways of teaching and learning. The active methodologies are configured as a possibility of resignification of teaching practice, since it enables methods in which the student has an active participation in learning and knowledge is built collaboratively. In this context, this research aims to analyze the contributions of the integration of digital technology in the teaching of spatial geometry, using the Geogebra 3D application and contributions of mobile learning and Problem Based Learning. The research was carried out in a technical school located in the city of São Paulo with a class of 35 students from the 3rd year of Technical Education Integrated to High School (ETIM) and is characterized by a case study with a qualitative and quantitative approach. Data collection was performed through direct observation, questionnaires and instruments involving problem situations that dealt with the properties of the prisms. The results point to the active methodologies integrated with the Geogebra 3D app that enhance the learning of Spatial Geometry and favor the active participation of students in the construction of geometric concepts.

Keywords: Active Methodologies, Spatial Geometry, 3D Geogebra, PBL

INTRODUÇÃO

É notório que a tecnologia vem transformando nossas vidas de forma acelerada e profunda. Kenski (2015) evidencia que estas mudanças trazem significativas interferências em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente, de adquirirmos conhecimento, produzindo uma nova cultura e um novo modelo de sociedade.

Diante desse cenário e das múltiplas atribuições que a escola assume, fomentam os desafios de rever os métodos, as estratégias e os recursos que apoiam os professores de todas as áreas de ensino.

No que tange ao ensino de matemática, muitos são os argumentos utilizados para evidenciar sua importância na vida escolar. De acordo com Pais (2006), desde a educação infantil até o ensino médio, essa disciplina tem sido considerada capaz de contribuir com a formação intelectual do aluno, no entanto tais argumentos por si só, não asseguram a realização dos objetivos previstos e ressalta:

Há uma grande distância entre o que se pode ser realizado em termos de objetivo e a efetiva realização do possível. A superação dessa distância certamente depende de muitas variáveis: formação de professores, redefinição dos métodos, expansão dos atuais campos de pesquisa, criação e diversificação de estratégias, incorporação do uso qualitativo das tecnologias digitais e, ainda de uma boa dose de disponibilidade para revirar concepções enrijecidas (PAIS, 2006, p.13).

Para isto, é preciso buscar metodologias adequadas que intensifiquem as possibilidades de interação entre aluno e conhecimento. Pais (2006) destaca ainda, que os métodos e as estratégias de ensino são os elementos que oportunizam o aluno a fazer matemática no contexto escolar.

Neste sentido, é necessário valorizar as ações dos alunos, afastar a concepção de que o saber matemático está preelaborado e se opor as atividades com ênfase nas práticas de reprodução. Muito mais do que conceitos e definições é importante apresentar aos alunos a relevância social que determinado conteúdo exerce nele e na sociedade em que vive.

Diante desse contexto, este artigo apresenta um estudo sobre a integração de Metodologias Ativas no ensino de Geometria Espacial com aportes do aplicativo Geogebra 3D e m – learning.

A pesquisa foi realizada com 35 alunos do Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM) de uma escola técnica localizada na cidade de São Paulo. Teve como objetivo, integrar tecnologia digital ao ensino de Geometria Espacial na disciplina de matemática, por meio de práticas elaboradas pelo método Problem Based Learning (PBL) e com uso do aplicativo Geogebra 3D como ferramenta da m-learning.

Tem como objetivo principal discorrer sobre os conceitos de metodologias ativas com ênfase no método da PBL, considerando que, a partir da referida conceituação, os educadores, principalmente os de Matemática, integrem novas didáticas às suas práticas pedagógicas.

O estudo, que resultou na escrita deste artigo buscou investigar como os procedimentos didáticos fundamentados por Metodologias Ativas e mediados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) em ambientes de Geometria Dinâmica podem oferecer novas possibilidades de aprendizagem e potencializar o estudo da Geometria Espacial.

O tema de estudo abordado refere-se aos Prismas, conteúdo que pertence ao currículo do Ensino Médio e se justifica pela tentativa de superar lacunas de aprendizagem existentes no ensino de geometria, na educação básica.

METODOLOGIAS ATIVAS NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Os estudantes do século XXI têm apresentado comportamento diferente em sala de aula, em parte, devido ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Nesse sentido, é importante enfatizar que o foco não deve se manter no uso da tecnologia em si, mas no fato de as TDIC terem proporcionado novas possibilidades de expressão e comunicação, que podem colaborar no desenvolvimento de novas abordagens pedagógicas (VALENTE, 2018). Os caminhos são inúmeros como:

[...] a capacidade de animar objetos em tela, recurso essencial para complementar ou substituir muitas atividades que foram desenvolvidas com papel e lápis; a possibilidade de novos letramentos além do alfabético, como o imagético, o sonoro, etc.; e a criação de contextos educacionais que começam a despontar e que vão além das paredes da sala de aula (VALENTE, 2018, p. 26).

A acentuada expansão social do uso das tecnologias digitais convida professores e profissionais da educação a adotarem uma posição crítica em relação a tecnologia. Moran e Bacich (2018) destacam a importância de reinventar a educação, analisar as contribuições e riscos que as mudanças provenientes da interação com a cultura digital produzem aos processos de aprendizagem e ressaltam:

É essencial uma educação que ofereça condições de aprendizagem em contextos de incertezas, desenvolvimento de múltiplos letramentos, questionamentos da informação, autonomia para resolução de problemas complexos, convivência com a diversidade, trabalho em grupo, participação ativa nas redes e compartilhamentos de tarefas. Por isomorfismo, a formação do professor também deve se pautar pela atividade criadora, reflexiva, crítica, compartilhada e de convivência com as diferenças, usando as mídias e as tecnologias como linguagem e instrumento de cultura, estruturantes do pensamento, do currículo, das metodologias e das relações pedagógicas (MORAN & BACICH, 2018, p.9).

Para Berbel (2011), a crescente complexidade de adaptação à nossa sociedade que perpassa constantes mudanças no âmbito mundial, nacional e local tem exigido o desenvolvimento de capacidades humanas de pensar e agir cada vez mais comprometidas com as questões do entorno em que se vive. “Faz parte das funções da escola contribuir para que tal desenvolvimento ocorra”(BERBEL 2011, p. 26).

Para a autora, o professor exerce função relevante ao contribuir com a autonomia dos estudantes. Sugere também, que a formação de futuros profissionais nas diferentes áreas seja estimulada por meio de metodologias ativas e destaca:

As metodologias ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos (BERBEL, 2011, p. 29).

De acordo com Valente, Almeida e Geraldini (2017), a literatura brasileira refere-se às metodologias ativas como estratégias pedagógicas que colocam o aprendiz no foco do processo de ensino e aprendizagem. São consideradas ativas pelo fato de se relacionarem com a aplicação de práticas pedagógicas que envolvem os alunos e os engajam em atividades nas quais eles são protagonistas da sua aprendizagem.

Para Lovato et al. (2018), diversas formas de metodologias ativas foram elaboradas ao longo do tempo, como: Aprendizagem Baseada em problemas (*Problem Based Learning*), Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning*), Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), Instrução por Pares (*Peer Instruction*), entre outras.

As metodologias ativas se constituem como práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional. Elas se contrapõem ao ensino baseado na transmissão de informação e da instrução bancária, como criticou Paulo Freire (1970). “Na metodologia ativa, o aluno assume uma postura mais participativa, na qual ele resolve problemas, desenvolve projetos e, com isso, cria oportunidades para a construção de conhecimento”. (VALENTE, 2018, p. 26).

As metodologias ativas apresentam caminhos para uma educação inovadora. Oferecem inúmeras possibilidades de transformar aulas em experiências de aprendizagem mais significativas aos estudantes da cultura digital, que apresentam expectativas em relação ao ensino, à aprendizagem e ao próprio desenvolvimento e formação, de maneira diferente do que as gerações anteriores expressavam (MORAN; BACICH, 2018).

As práticas pedagógicas mediadas pelas metodologias ativas têm no cerne da concepção de ensino o estudante, as relações estabelecidas com seus pares e com o educador e, principalmente, com o objeto de conhecimento.

Para Moran e Bacich (2018), os estudantes do século XXI, inseridos em uma sociedade do conhecimento, marcada pela aceleração e transitoriedade das informações,

demandam que o olhar do educador esteja voltado à promoção da autonomia e do protagonismo.

Em face dos inúmeros desafios atuais atribuídos à educação em diferentes níveis e modalidades, é preciso superar as abordagens tradicionais centradas na fala do professor e na passividade do aluno. Para isso, é fundamental que o educador se posicione como um mediador e que não assuma o centro no processo de construção do conhecimento.

A aprendizagem baseada em problemas também conhecida por PBL (do inglês, Problem Based Learning) se configura como uma modalidade inserida no conjunto de metodologias ativas e dará suporte a esse estudo.

É considerada como com um método de ensino-aprendizagem que faz “uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão” (RIBEIRO, 2008, p.13).

Conforme Ribeiro (2008), o PBL é uma metodologia em que um problema é usado para apresentar, direcionar, motivar e focalizar a aprendizagem. Diferente das metodologias convencionais, que utilizam problemas de aplicação, ao término da apresentação de um conceito. Ele traz uma conceituação para essa temática:

O PBL, como uma metodologia de ensino-aprendizagem, estaria pautado no pressuposto de que o conhecimento prévio em relação a um assunto – ativado nesta metodologia durante a análise inicial do problema – determina a natureza e a quantidade de conhecimentos novos que podem ser processados. Porém, ainda que necessária, a existência de conhecimentos prévios não seria condição suficiente para que os alunos entendessem e memorizassem novas informações. Estas precisam ser elaboradas ativamente, o que é conseguido no PBL, por meio de discussões em grupos antes e depois de novos conhecimentos serem aprendidos (RIBEIRO, 2008, p. 17).

Para Frezatti et al. (2018), o método PBL surge como mais uma proposta construtivista, com foco nos alunos. Apresentamos a seguir, um quadro com características do PBL em relação a aprendizagem tradicional, sob a ótica de Frezatti et al. (2018):

Quadro 1: Comparação: Características da abordagem tradicional e método PBL

Abordagem Tradicional	Método PBL
Ensino centrado no professor	Ensino centrado no aluno
Estímulo dirigido pelo professor	Estímulo autodirigido ao aluno
Ênfase no conhecimento teórico	Ênfase no conhecimento prático
Ênfase em conhecimentos	Ênfase em competências
Direcionamento para o indivíduo	Direcionamento ao grupo

Fonte: Frezatti et al. (2018).

Por tudo o que até então temos evidenciado, acreditamos que o método PBL privilegia o trabalho em grupo, a organização das tarefas e a cooperação, exigindo dos alunos responsabilidade e autonomia na construção da aprendizagem, fatores importantes na formação do indivíduo.

INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS AO ENSINO DE GEOMETRIA

Considerando que a geometria está presente de forma sistemática na vida diária de todos e que suas representações aparecem nas construções, nas formas naturais e na arte, a abordagem desse tema deve possibilitar que os estudantes relacionem formas planas e espaciais com desenhos, planificações e objetos do mundo concreto.

É importante que o aluno, ao estudar geometria desenvolva o raciocínio, a capacidade de abstração, de representação, de construção de objetos geométricos e resolva problemas práticos do cotidiano.

Comumente, o ensino de geometria quando abordado nos anos iniciais desconsidera o mundo tridimensional em que vivemos e enfatiza prioritariamente as figuras planas. Os outros níveis de escolaridade privilegiam práticas que favorecem a memorização e a classificação de suas nomenclaturas e, apesar de sua forte relação com a realidade, frequentemente é abordada numa perspectiva abstrata.

Segundo Pereira (2001), o ensino é fortemente influenciado pelos livros didáticos, onde muitas vezes a geometria é deixada para o final. Uma vez, estando no final e sob a alegação dos professores que o conteúdo programático é extenso, é cada vez menos abordada.

Ainda segundo Pereira (2001), o “abandono do ensino de geometria” tem entre muitas causas as lacunas deixadas pelo Movimento da Matemática Moderna (MMM), que enfatizava o ensino da álgebra, a omissão da geometria nos livros didáticos e pontuais deficiências na formação acadêmica dos professores.

Esses fatores, ao longo dos anos, contribuíram para que os alunos apresentassem dificuldades nessa área de ensino, desde os anos iniciais e nos níveis subsequentes de escolaridade.

Diante desse cenário, o ensino de Geometria Espacial terá destaque em nosso estudo. Destacaremos a importância de agregar metodologias adequadas ao uso de novas tecnologias no ensino de matemática, em especial no estudo dos prismas. Uma vez que, a incorporação de atividades exploratórias com ênfase nas figuras espaciais favorecem o desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos.

O uso de softwares e aplicativos de geometria dinâmica facilita a compreensão das propriedades matemáticas e possibilita suas representações. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), destaca a importância da utilização dos recursos digitais e aplicativos para a investigação matemática.

Nesse sentido, segundo Bairral (2009), o ensino de matemática apoiado por tecnologias permite que os alunos explorem diferentes conceitos matemáticos, que realizem experimentos e criem estratégias de resolução de problemas.

Muitos softwares e aplicativos oferecem diferentes representações para um mesmo objeto matemático (numérica, algébrica e geométrica), possibilitam a expansão da base de conhecimento por meio de macroconstruções e ao mesmo tempo, permite a manipulação dos objetos que estão nas telas, processos que caracterizam o pensamento matemático (BAIRRAL, 2009).

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) apontam que os softwares de geometria dinâmica têm ganhado notoriedade. No trabalho com os poliedros, por exemplo, muitos deles os apresentam em movimento, sob diferentes vistas,

acompanhados de sua planificação, condições próprias para o desenvolvimento da visualização espacial.

“Quando trabalhamos com geometria notamos que os estudantes apresentam dificuldades em visualizar e entender algumas representações e ilustrações geométricas” (BAIRRAL, p. 57, 2009). Observando que embora o avanço dos recursos tecnológicos tenha se expandido de forma expressiva, o ensino de geometria ainda tem sido desenvolvido com métodos tradicionais, com papel e lápis.

Assim, entre muitas possibilidades de acesso aos mais variados recursos tecnológicos disponíveis para auxiliar os docentes, nos pareceu pertinente investigar a contribuição do Geogebra 3D no desenvolvimento das habilidades espaciais.

O Geogebra foi objeto de estudo da tese de doutorado do austríaco Markus Hohenwarter, que no ano de 2001 desenvolveu este software para apoiar o ensino de matemática em diferentes níveis de ensino, visto que, suas aplicações contemplam a aprendizagem desde o ensino fundamental ao ensino superior. (JESUS; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019).

É considerado como um software de matemática dinâmica que reúne em um único ambiente Geometria, Álgebra, Planilha de Cálculo, Gráficos, Probabilidade, Estatística e Cálculos Simbólicos. Encontra-se disponível nas versões dos sistemas operacionais Windows, Linux e MAC e pode ser instalado de forma gratuita e há também a opção de utilizá-lo na versão on-line direto com o navegador da Internet.

O Geogebra 3D possibilita a construção de pontos, retas, planos, dos prismas como os cubos e os paralelepípedos e de outros objetos espaciais como as pirâmides, os cilindros, os cones e as esferas. Para Scalabrin e Mussato (2019), o Geogebra 3D:

[...] possibilita que os alunos visualizem os objetos construídos de maneira diferente do que estão habituados a observarem nos livros didáticos. Ao explorar um objeto construído no Geogebra 3D, determinada representação aparece como uma das posições possíveis que o objeto pode assumir, e isto proporciona significado e movimento às imagens mentais que são criadas pelo aluno. Além disso, os alunos podem interagir com o objeto construído e assim formar imagens mentais mais significativas (SCALABRIN; MUSSATO, 2019, p. 93).

O aplicativo Geogebra 3D foi adaptado dos computadores para ser acessado em smartphones, encontra-se disponível de forma gratuita para os sistemas operacionais IOS e Android e constitui-se com um instrumento de análise no desenvolvimento dessa pesquisa, apoiando o estudo dos prismas.

Conforme Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011), esse processo favorece o desenvolvimento da modalidade educacional *m-learning* ou *mobile learning*, termo que vem sendo traduzido como aprendizagem móvel. Consiste no uso de dispositivos móveis e portáteis em atividades de ensino e aprendizagem.

Os *smartphones*, por exemplo têm ganhado espaço cada vez mais significativo na vida das pessoas, oferecendo recursos que vão além da comunicação. Acreditamos que a prática de atividades apoiadas pelo uso dos celulares além de dar um enfoque diferente ao uso desses dispositivos pelos estudantes, estimulam novas práticas escolares.

Conforme Bairral (2017), com eles os usuários realizam interações através do toque na tela, produzem e compartilham vídeos, podem permanecer conectados em tempo integral, acessam inúmeras redes sociais, fazem uso do GPS, jogam games, lêem livros, realizam operações bancárias e desempenham tantas outras funções.

A inserção de um dispositivo móvel em ambientes de ensino exige a identificação das potencialidades e limitações deste recurso, a fim de atribuir a seu uso uma finalidade educativa.

METODOLOGIA

Esse estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória com dados qualitativos e quantitativos. De acordo com Gil (2002), as pesquisas exploratórias “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GIL, 2002, p.41). Essas pesquisas têm como objetivo o aprimoramento de ideias e geralmente assumem a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso.

Goldenberg (2004) salienta que as diferentes formas de coletar e analisar dados (qualitativa e quantitativamente) favorecem uma percepção mais ampla da complexidade de um problema. Destaca que “a integração da pesquisa quantitativa e qualitativa permite que o pesquisador faça um cruzamento de suas conclusões” (GOLDENBERG, 2002, p. 62).

Essa pesquisa se caracteriza como um estudo de caso, pois segundo Yin (2015), é um método preferencial para situações nas quais as questões pesquisadas são “como?” ou “por quê?”. Segundo ele, nesta circunstância, o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre eventos comportamentais e o foco de estudo é um fenômeno contemporâneo.

Conforme Yin (2015), a evidência de um estudo de caso pode resultar de várias fontes. Como exemplos, ele menciona: a documentação, os registros em arquivos, as entrevistas, a observação direta, a observação participante e artefatos físicos.

Como técnica de coleta de dados, essa pesquisa apoiou-se na observação direta, em registros de arquivos que versavam sobre o estudo dos prismas, paralelepípedos e cubos, juntamente com dois questionários que foram aplicados no início e ao término desse estudo.

A pesquisa foi realizada em uma escola técnica localizada na zona leste da cidade de São Paulo, com 35 alunos do 3º ano do curso de Secretariado do Ensino Técnico Integrado ao Médio.

O ETIM é destinado aos alunos que concluíram o ensino fundamental e compõe-se das partes relativas ao ensino médio (base nacional comum e parte diversificada) e da formação profissional (ensino técnico). Os cursos são organização por séries, cada curso é composto por 3 (três) séries e cada série tem duração de um ano.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Iniciamos nossa pesquisa com a aplicação de um questionário inicial, cujo intuito era conhecer quais as experiências dos alunos participantes em relação ao uso de recursos digitais nas aulas de Matemática e, ao mesmo tempo, procuramos investigar de forma sucinta, informações sobre o ensino e a aprendizagem no âmbito da Geometria.

Assim, após a aplicação desse questionário, foi elaborada uma revisão de conceitos básicos de geometria plana. Buscamos retomar conceitos que versavam sobre a classificação, análise das principais características dos polígonos regulares e não regulares, juntamente com o cálculo de áreas dessas figuras.

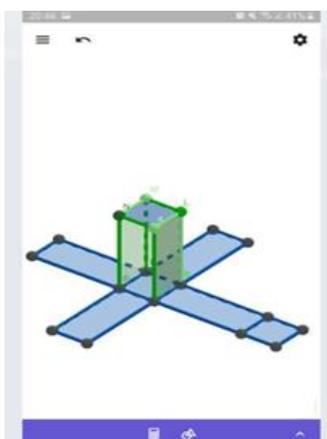
Em seguida, os alunos foram orientados a realizar o download do aplicativo Geogebra 3D Graphing Calculator em seus respectivos aparelhos celulares. Antes porém, nos

certificamos que todos os alunos dispunham de um dispositivo móvel e que estes viabilizavam a instalação desse aplicativo.

Iniciamos a utilização do *app*, com a apresentação das interfaces iniciais e das principais ferramentas que seriam exploradas em nosso estudo. Para o desenvolvimento das atividades, os alunos foram divididos em grupos com quatro integrantes e em alguns momentos reuniram-se em duplas.

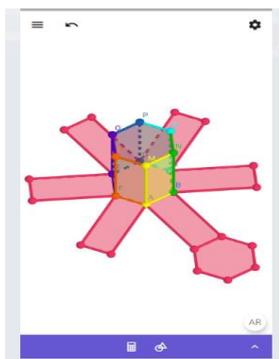
O aplicativo Geogebra 3D foi utilizado para explorar e investigar as características dos prismas, classificá-los, analisar a Relação de Euler, deduzir as fórmulas referente às áreas das superfícies, calcular áreas e volumes e realizar planificações. Algumas evidências, estão apresentadas nas figuras seguintes.

Figura 1: Prisma quadrangular regular



Fonte: Autores (2019).

Figura 2: Prisma hexagonal regular



Fonte: Autores (2019).

Após perpassarem as etapas de interação, construção das figuras e exploração dos conceitos elementares dos prismas, os alunos responderam o questionário final e expressaram suas considerações sobre a metodologia PBL e as possíveis contribuições do aplicativo Geogebra 3D para a disseminação do tema abordado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentaremos nesta análise informações referentes aos questionários aplicados durante a nossa investigação.

Com a aplicação do questionário inicial, procuramos conhecer a periodicidade em que os alunos utilizam seus *smartphones* para apoiar os processos de aprendizagem, em sala de aula. Como também, sua relação com a aprendizagem em geometria no âmbito da educação básica.

Gráfico 1: Uso de celular para fins pedagógico

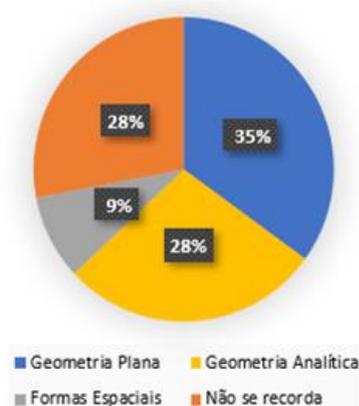


Fonte: Autores (2019).

Entre os 35 (trinta e cinco) alunos pesquisados, 8% alegam utilizar diariamente, 43% frequentemente e 49% manifestam fazer uso do celular para a finalidade questionada. Constatamos que a maior parte deles raramente faz uso do celular como ferramenta pedagógica, fato que se contrasta com a presença significativa que estes dispositivos assumem nos dias atuais.

Solicitamos que expressassem os temas que se recordavam ter estudado, no âmbito da geometria desde o início de sua escolarização.

Gráfico 2: Conhecimentos prévios em Geometria



Dos 35 (trinta e cinco) alunos pesquisados, 35% afirmam ter estudado tópicos de geometria plana, 28% manifestam ter estudado geometria analítica, 9% recordam do ensino sobre formas espaciais, enquanto 28% alegam não se recordarem de nenhum tópico relacionado a geometria.

Percebemos que os tópicos de geometria plana estão entre os assuntos mais presentes na memória dos participantes.

Sugerimos que os alunos realizassem uma autoavaliação em relação a aprendizagem de geometria. Para isso adotamos uma escala de 1 a 10, com classificações que variavam entre insatisfatória e plenamente satisfatória.

Gráfico 3: Autoavaliação da aprendizagem de Geometria



Fonte: Autores (2019).

As avaliações foram categorizadas de forma que entre 1 e 4 expressava aprendizagem insatisfatória, 5 e 6 aprendizagem regular, entre 7 e 8 considerava a aprendizagem satisfatória e entre 9 e 10 sinalizava aprendizagem plenamente satisfatória.

Entre os 35 (trinta e cinco) alunos observados, 40% consideram sua aprendizagem insatisfatória, 37% como regular, 17% declaram que sua aprendizagem é satisfatória e apenas 6% afirmam que o ensino de geometria foi plenamente satisfatório.

Em nossa pesquisa trouxemos uma abordagem para o ensino de geometria integrada com tecnologias digitais num ambiente de geometria dinâmica. Portanto gostaríamos de conhecer quais instrumentos os professores dos alunos participantes utilizavam para mediar o ensino nessa área.

Gráfico 4: Instrumentos comumente utilizado no ensino de Geometria



Fonte: Autores (2019).

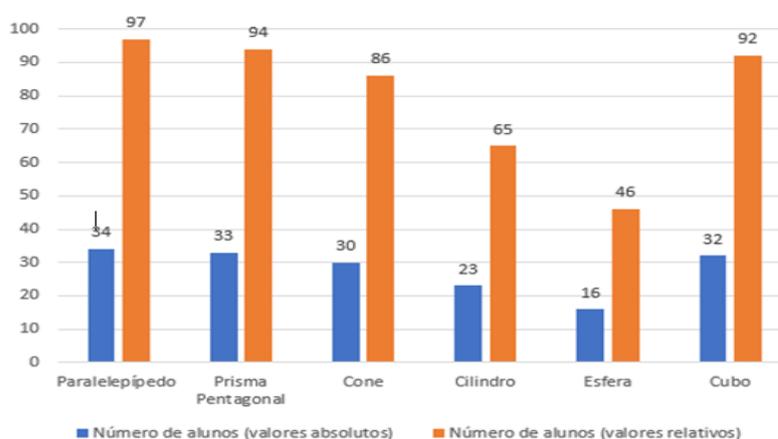
Entre os recursos mais utilizados pelos seus professores, 57% dos alunos manifestam a lousa como instrumento comumente usado para o ensino de geometria. Seguidos por 25% que apontam o relevante uso de livros e apostilas, 9% expressam o emprego de exercícios de fixação, 6% apontam para o uso de tecnologia digital e 3% revelam o uso de material manipulável.

A soma das duas maiores porcentagens exibidas 57% e 25%, revela um número expressivo de 82% dos pesquisados que manifestam uso recorrente de lousa e livros didáticos, em suas experiências no âmbito da aprendizagem de geometria. Essa situação demonstra

aspectos de um modelo tradicional de ensino, com limitações no que tange a incorporação das tecnologias digitais e novas tendências de ensino.

Na tentativa de explorar os conhecimentos prévios dos alunos no âmbito da Geometria Espacial, apresentamos um conjunto de dez figuras geométricas entre planas e espaciais, a fim de que estes, identificassem apenas as figuras espaciais. O resultado é expresso no gráfico seguinte.

Gráfico 5: Reconhecimento das figuras geométricas espaciais



Fonte: Autores (2019).

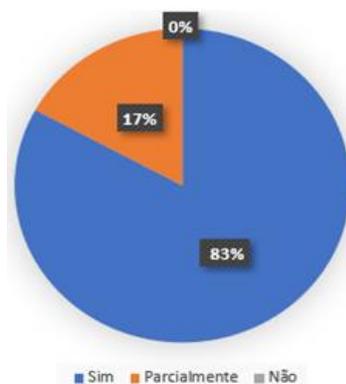
Dos 35 (trinta e cinco) alunos pesquisados, 97% reconhecem um paralelepípedo como uma figura espacial, 94% identificam um prisma pentagonal, seguidos por 92% que caracterizam um cubo, 86% distinguem um cone das figuras planas, 65% reconhecem um cilindro em suas dimensões espaciais e 46% identificam a esfera com suas forma espacial.

Notamos que embora estes alunos estejam caminhando para o término da educação básica, alguns não identificam certas figuras espaciais que se assemelham a objetos que comumente estão presentes em seu cotidiano.

Após essa etapa inicial de coleta de dados, os participantes foram orientados a explorar o aplicativo Geogebra 3D e realizar construções de prismas retos, cubos e paralelepípedos nesse ambiente de geometria dinâmica. Esse processo de investigação favoreceu a validação das propriedades estudadas, permitindo a movimentação dos objetos sob diversas vistas e planificações.

Na análise do questionário final, procuramos compreender a percepção dos alunos sobre a integração do aplicativo Geogebra 3D e, ao mesmo tempo, suas considerações sobre o método PBL.

Gráfico 6: Percepção sobre inserção de tecnologias a aprendizagem

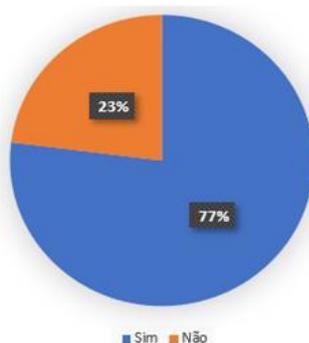


Fonte: Autores (2019).

Entre os 35 alunos entrevistados, observamos que 83% são favoráveis a inserção de tecnologias digitais nas aulas de matemática, 17% se manifestam parcialmente favoráveis e nenhum se opõe ao seu uso. Esse cenário revela a receptividade dos alunos em relação a integração das tecnologias e, ao mesmo tempo, sinaliza aceitação para novas possibilidades de ensinar e aprender.

Procuramos conhecer o ponto de vista dos alunos em relação às eventuais dificuldades encontradas no uso do aplicativo Geogebra 3D durante as atividades. Os resultados estão presentes no gráfico seguinte.

Gráfico 7: Eventuais dificuldades com a utilização do App Geogebra 3D

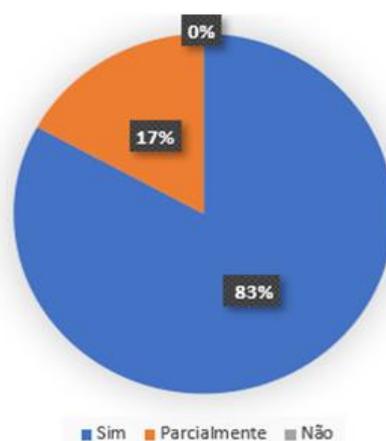


Fonte: Autores (2019)

Entre os 35 alunos pesquisados 77% manifestam ter encontrado algum problema durante a utilização do aplicativo, enquanto 23% não expressaram nenhum contratempo. As principais alegações correspondem a eventuais falhas, que vez ou outra cessavam o funcionamento do app, exigindo que os comandos fossem refeitos.

Examinamos as considerações dos alunos quanto ao aproveitamento do aplicativo Geogebra 3D, nos processos de aprendizagem em Geometria Espacial.

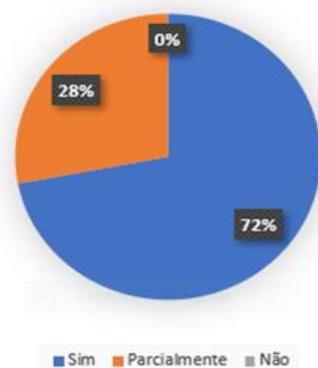
Gráfico 8: Percepção sobre do Geogebra 3D



Fonte: Autores (2019).

Observamos que entre os 35 alunos pesquisados 83% consideram o aplicativo Geogebra como uma ferramenta favorável para apoiar a aprendizagem no âmbito da Geometria Espacial. No entanto, 17% o consideram parcialmente relevante e nenhum deles se opõe ao seu uso.

Esses dados revelam que a aplicabilidade deste recurso é expressa em quase sua totalidade e que o uso de ambientes de geometria dinâmica enriquecem e favorecem a construção e aquisição de conhecimento no âmbito da Geometria Espacial.

Gráfico 9: Percepção sobre o método PBL

Fonte: Autores (2019).

Finalizamos essa análise com a perspectiva dos alunos quanto a utilização do método PBL. Entre os 35 alunos entrevistados 72% manifestam que o método PBL contribuiu para o desenvolvimento das atividades, enquanto 28% consideram que contribuiu parcialmente. Nenhum participante recusa a utilização dessa metodologia.

Observamos que a maioria dos participantes demonstram posicionamento favorável ao uso de novas práticas de ensino, que lhes permitam experimentar possibilidades de aprendizagens diferentes e inovadoras.

A partir da experiência realizada e considerando a análise dos dados colhidos, observamos que os participantes foram apresentados a um cenário de aprendizagem com ênfase na visualização espacial, que oportunizou a sistematização de conceitos geométricos dos prismas e, ao mesmo tempo, contribuiu para o desenvolvimento de habilidades cognitivas apoiadas nas construções de objetos tridimensionais.

Além disso, a aprendizagem foi concebida com interação contínua dos alunos em pares, em grupos e com a professora mediadora, processo que oportuniza o protagonismo dos sujeitos envolvidos e contribui para a construção do conhecimento geométrico.

A inserção de tecnologias digitais num ambiente de geometria dinâmica oferecido pelo Geogebra 3D viabilizou situações de aprendizagem para o estudo dos prismas, que muitas vezes não podem ser examinadas e exploradas com uso de lápis e papel.

A abordagem dessa temática na ótica da PBL proporcionou que os estudantes vivenciassem novas dinâmicas de ensino, com ênfase no desenvolvimento de habilidades que

lhes permitiram argumentar, deduzir, conjecturar e refletir sobre o conhecimento geométrico que foi sendo desenvolvido no percurso dessa experiência .

Com base nas perspectivas abordadas, destacamos que as metodologias ativas apresentam novas alternativas aos métodos de ensino baseado na transmissão de informação e valorizam que o conhecimento seja construído no decorrer da aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos que antes do contato com as tecnologias digitais, os alunos retrataram uma concepção do ensino de geometria, estritamente relacionada a reprodução de exercícios e memorização de fórmulas. Logo após, percebemos que essa visão foi modificada.

A ampla exploração das interfaces e ferramentas do aplicativo favoreceu a abordagem dos conceitos de geometria plana e espacial de forma concomitante, bem como, a exploração da ideia de volume e a dedução de fórmulas para o cálculo das áreas das superfícies. Com isso, a aprendizagem foi facilitada.

O estudo realizado com aportes do Geogebra 3D tornou-se valioso, pois oportunizou o contato direto desses estudantes com novos recursos digitais e com abordagem diferente da que eles habitualmente conheciam. Como consequência, demonstraram um olhar especial, sobre a Matemática, em especial sobre a Geometria Espacial.

Com a vivência dessa pesquisa, acreditamos que as tecnologias digitais devem ser incorporadas aos ambientes educacionais de forma sistemática, pois favoreceu a aprendizagem da temática do nosso estudo, em múltiplos sentidos.

No entanto, cabe destacar que a simples inserção de recursos digitais não implicam na efetivação do aprendizado. Antes porém, o professor necessita aprimorar sua prática e direcionar a utilização adequada dos múltiplos recursos disponíveis, a fim de que estes favoreçam que o aluno seja agente construtor do seu conhecimento.

No decorrer dessa investigação, buscamos promover mecanismos nos quais os alunos construam conhecimento por meio da resolução de problemas e do trabalho coletivo. Quando analisamos os resultados apontados no questionário inicial e os confrontamos com a devolutiva dos alunos ao término da nossa pesquisa, observamos que eles são favoráveis ao uso de novas metodologias.

As metodologias ativas organizam um modelo de aprendizagem onde o professor orienta as discussões e situações referente ao tema de estudo e o aluno tem uma participação ativa no processo de construção do conhecimento.

Consideramos imprescindível a disseminação de práticas pedagógicas que atendam às especificidades contemporâneas dos estudantes, colocando-os como personagens centrais no processo educacional e oportunizando que a construção do conhecimento seja concebida de forma autônoma e crítica.

REFERÊNCIAS

Bairral, M. A. **Tecnologias da Informação e comunicação na formação e educação matemática**. Rio de Janeiro: Ed da UFRRJ, 2009.

_____. As manipulações em tela compoem a dimensão corporificada da cognição matemática. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 10(2), p. 104 - 111, 2017.

Brasil. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 01. set. 2020

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Fundamental. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192 Acesso em: 05. set. 2020

Berbel, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina**, v. 32(1), p. 25-40, 2011.

Freire, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

Frezatti, F. et al. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma solução para a aprendizagem na área de negócios**. São Paulo: Atlas, 2018.

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. Goldenberg, M. A arte de pesquisar: Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 2004.

Jesus, A. R., Oliveira, B. J. & Oliveira, L. S. F. Uso do software Geogebra como alternativa ao ensino descritivo de engenharia. **Cadernos de Graduação**, v. 5(2), p.143-152, 2019.

Kenski, V. M. **Tecnologia e ensino presencial e a distância**. Campinas: Papirus, 2015.

Lovato, F. L. et al. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20 (2), 2018.

Moran, J. & Bacich, L. **Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda**. In: Moran, J. & Bacich, L. (Org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

Pais, L. C. **Ensinar e aprender matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

Pereira, M. R. O. **A geometria escolar**: uma análise dos estudos sobre o abandono de seu ensino. 2001. 74 f. (Dissertação de Mestrado em Educação. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.

Ribeiro, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos. EdUFSCAR, 2008.

Saccol, A., Schlemmer, E. & Barbosa, J. L. V. **M-learning e U-learning**: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua. São Paulo: Pearson, 2011.

Scalabrin, A. M. M. O. & Mussato, S. Produto educacional: geometria espacial com software Geogebra 3D. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**. v, 5(10), p. 88-106, 2019.

Valente, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade de ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midiologia. Bacich & Moran (Orgs). **Metodologias ativas: para uma aprendizagem inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Penso, v.1, p. 26-44, 2018.

Valente, J.A., Almeida, M. E. B. & Geraldini, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, v, 17(52), p. 455-478, 2017.

Yin, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e método. Trad. Crithian Matheus Herrera. Porto Alegre: Bookman, 2015.