



<https://doi.org/10.23925/2237-9657.2024.v13i2p005-015>

Ensino de Geometria Espacial por meio do GeoGebra: uma experiência envolvendo a relação de Euler

Teaching Spatial Geometry through GeoGebra: an experience involving the Euler relation

CARLOS APARECIDO AJALA OJEDA¹

<https://orcid.org/0000-0003-1622-3690>

ADRIANA FÁTIMA DE SOUZA MIOLA²

<https://orcid.org/0000-0002-4757-2554>

RESUMO

O GeoGebra é uma ferramenta que pode dinamizar o processo de ensino e de aprendizagem matemática, à medida que pode facilitar a compreensão por meio da visualização de elementos que remetem aos conceitos que envolvem os conteúdos de Geometria. Diante disso, o presente texto tem como objetivo apresentar um relato de experiência com o GeoGebra para compreensão da Relação de Euler para uma turma do Ensino Médio. Abordamos o conteúdo de Geometria Espacial com ênfase na Relação de Euler. O trabalho foi desenvolvido numa abordagem construcionista segundo Papert. Utilizamos a metodologia denominada Ensino Exploratório, que consistiu no desenvolvimento de duas aulas por meio de uma tarefa em que os dados para análise e discussão foram produzidos. Identificamos que o uso do GeoGebra pode contribuir para compreensão do conteúdo apresentado. Notamos que as experiências com essa ferramenta se tornam relevantes para o ensino e a aprendizagem, possibilitando alternativas de ensino para o professor de matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática; GeoGebra; Relação de Euler.

ABSTRACT

GeoGebra is a tool that can enhance the process of teaching and learning mathematics, as it can facilitate understanding through the visualization of elements related to the concepts involved in Geometry. Considering this, the present text aims to present an experience report using GeoGebra to aid in understanding Euler's Relation for a high school class. We approached the content of Spatial Geometry with emphasis on Euler's Relation. The work was developed within a constructivist approach following Papert's ideas. We employed the methodology called Exploratory Teaching, which consisted of two classes developed through a task where the data for analysis and discussion were produced. We identified that the use of GeoGebra can contribute to the comprehension of the presented content. We observed that experiences with tools like this become relevant for teaching and learning, providing alternative teaching methods for mathematics teachers.

Keywords: Mathematics Education; GeoGebra; Euler Relation.

¹ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – carlos.ojeda072@academico.ufgd.edu.br

² Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (UFGD) – adrianamiola@ufgd.edu.br

Considerações Iniciais

Ao longo do Ensino Médio os alunos percorrem várias áreas sobre as quais podem influenciar na escolha de suas carreiras profissionais. Um dos desafios que eles podem encontrar nessa trajetória está relacionado à aprendizagem dos conteúdos específicos dessas áreas, entre eles, destacamos a aprendizagem matemática. Muitos deles vêm a matemática como algo cansativo e difícil de aprender, e a forma como os conceitos matemáticos são apresentados pode ser um dos fatores que corroboram algumas dificuldades de aprendizagem matemática. As estratégias que o professor de matemática utiliza para ensinar esses conceitos também podem influenciar nas dificuldades dos alunos e desestimulá-los.

Nesse sentido, o uso de tecnologias digitais se apresenta como uma possibilidade de recurso de ensino de matemática, podendo auxiliar na aprendizagem de diversos conceitos nas aulas da disciplina. Elas podem apoiar o processo de ensinar matemática e dinamizar alguns conteúdos, à medida que proporcionam melhor visualização dos conceitos de Geometria, por exemplo, como o caso de *softwares* de Geometria dinâmica, Geogebra, Poly, Desmos, entre outros. Essas ferramentas, se usadas de forma pedagógica, articulando recurso, método e conteúdo, podem intensificar a ação de ensino e de aprendizagem. Conforme destacam Figueiredo, Salmasio, Ragoni (2018, p. 146), “Na sociedade digital, um dos grandes desafios que os professores enfrentam é fazer uso das tecnologias digitais como computadores, celulares e tablets de forma pedagógica”.

Em vista disto, um dos desafios dos professores de matemática, que atuam na Educação Básica, é utilizar as tecnologias digitais em suas salas de aula, de forma que tragam aprendizagens efetivas para os alunos, motivando-os a compreender a matemática de um modo diferente do ensino diretivo, como algo que estimule a criatividade, a investigação e que instiga querer aprender.

Com isso, entendemos que a utilização de aplicativos e *softwares* de Geometria pode contribuir para o entendimento das propriedades matemáticas, possibilitando suas representações. Além disso, os documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), destacam a importância do uso de recursos digitais e aplicativos para a investigação matemática. Afirma também que o ensino de Geometria Espacial é responsável por desenvolver conceitos geométricos fundamentais para o desenvolvimento cognitivo.

Nesse sentido, Borsoi (2016) aponta em seu estudo realizado com alunos do Ensino Médio, que o ensino de Geometria Espacial é difícil desenvolver as competências necessárias quando os alunos não têm situações que provoquem sua curiosidade ou seu interesse em compreender, ou seja, que não os estimulem. Ela ressalta que entre os desafios que enfrentam ao ensinar esse conteúdo está fazer o estudante entender uma situação em Geometria Espacial e pensar dedutivamente, essas são “[...] competências que deveriam ser desenvolvidas na Educação Básica. Contudo, é difícil desenvolver tais competências, principalmente quando não se oferece ao aluno situações provocativas de ensino-aprendizagem” (BORSOI, 2016, p. 13).

Posto isso, por meio do aplicativo GeoGebra buscamos possibilidades de ensino e de aprendizagem sobre a Geometria Espacial, pois, conforme Alves, Simões e Miola (2023), dentre as várias ferramentas existentes na rede, o GeoGebra se apresenta tornando a sala de aula um contexto de interação entre os

estudantes e o professor na construção coletiva do conhecimento. Destacam ainda, que esse *software* pode ser validado como ferramenta de apoio ao ensino e à aprendizagem matemática, entretanto pontuam que “[...] para que isso aconteça, é fundamental que o professor também as utilize como registro e meio de interação a fim de que possa compreender os processos cognitivos e interpessoais que se revelam por meio das participações dos alunos” (ALVES; SIMÕES; MIOLA, 2023, p. 16).

Dessa forma, o uso do GeoGebra pode dinamizar o processo de ensino e de aprendizagem de Geometria Espacial e possibilitar um maior estímulo e interesse dos alunos pelas aulas de matemática. Posto isso, traçamos como objetivo deste trabalho apresentar um relato de experiência envolvendo o GeoGebra para compreensão da relação de Euler para uma turma do Ensino Médio.

1. A perspectiva construcionista no ensino de matemática com o uso de tecnologias digitais

No decorrer dos últimos anos, o uso de tecnologias digitais vem desenvolvendo formas de repensar e implementar o ensino, como a evolução da lousa de giz para lousa digital. Além disso, a utilização de tecnologias no ensino de matemática pode ter grandes contribuições para o ensino de Geometria, em que o professor busca dinamizar suas aulas e, assim, trazer algo que leva os alunos a investigarem, tornando o processo mais instigador e desafiador para os estudantes.

Porém, não basta apenas a inserção de tecnologias digitais em sala de aula, é preciso ter conhecimento e estratégias para tornar o conteúdo compreensivo por meio das tecnologias. Nesse sentido, estudos como os de Borsoi (2016) e Carvalho e Scherer (2020) mostram que a abordagem construcionista no uso das tecnologias pode contribuir para a aprendizagem matemática.

Essa abordagem se iniciou em meados da década de 1980, com Papert (1994), que desenvolveu a criação do programa Logo, a partir de uma linguagem de programação computacional. Ao se contrapor à ideia instrucionista, em que o aluno é submetido à reprodução de comandos direcionados pelo professor, a abordagem construcionista no ensino de matemática busca contribuir para a compreensão de conceitos, pois possibilita aos alunos formularem, questionarem, criarem diversas hipóteses e refutá-las, e o papel do professor se torna importante, ao propor atividades que desafiem os alunos a buscarem meios para resolver determinada situação, criando ambientes de reflexão.

Desse modo, cabe frisar que as perguntas feitas pelo educador, durante a realização de uma aula nessa concepção, ofereçam possibilidades de os alunos formularem novas perguntas e conjecturas, para investigarem e questionarem suas certezas. Tudo isso, aliado a alguma tecnologia digital, pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos, como a Geometria. Assim, optamos pelo uso do Geogebra que, de acordo com Leite e Miola (2023), possibilita diferentes abordagens, no entanto, é necessário que os professores sejam dinâmicos, ou seja, que eles estejam dispostos a saírem de sua zona de conforto e interferirem no aprendizado dos alunos.

Diante disso, o professor tem um papel fundamental, pois busca desenvolver o raciocínio geométrico do discente, ampliando sua capacidade de abstração, instigando-os a desenvolver habilidades de visualização espacial. Essas ideias se aproximam da metodologia do Ensino Exploratório, que traz

características da abordagem construcionista, na qual o professor interfere no processo de aprendizagem do aluno, desde a escolha da tarefa.

2. Desenvolvimento e Discussão do Trabalho

Este trabalho foi realizado numa perspectiva qualitativa³ e analisou os dados produzidos por meio de vídeos, com falas, interpretações e a produção escrita de uma turma de alunos do Ensino Médio de uma escola pública em uma cidade de Mato Grosso do Sul.

Este estudo foi desenvolvido no âmbito do Programa Residência Pedagógica (PRP) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Os dados foram produzidos a partir da elaboração e do desenvolvimento de um plano de aula de uma das regências do PRP, que durou duas aulas de 50 minutos, com cerca de 20 alunos de uma turma do Ensino Médio sobre o conteúdo de Geometria Espacial com auxílio do *software* GeoGebra.

Foi desenvolvida uma tarefa na perspectiva do Ensino Exploratório, metodologia de ensino que se organiza em quatro fases, como uma forma de sequenciar as ações do professor e dos alunos na aula, e segundo Canavarro, Oliveira e Menezes (2012), são elas: 1) introdução da tarefa; 2) realização da tarefa; 3) discussão da tarefa; e, por fim, 4) sistematização das aprendizagens matemáticas. A escolha por essa metodologia se deu por ela se aproximar da perspectiva construtivista discutida anteriormente e, conforme destacam Miola, Pinheiro e Santos (2021) em seus estudos, essa metodologia fomenta discussões e argumentações entre os estudantes, incentivando a troca de ideias e levando-os a pensar, investigar e desenvolver seu raciocínio.

Com esse entendimento, foi elaborada uma tarefa a partir de um objeto criado no GeoGebra envolvendo os cinco sólidos de Platão e disponibilizado aos participantes por meio de um *link*⁴. Elaboramos questões que exploraram as características e os conceitos dos sólidos de Platão na tentativa de induzir os estudantes a criarem estratégias, generalizações e chegarem à relação de Euler por meio da manipulação dos controles deslizantes nos poliedros convexos contidos no objeto criado no GeoGebra.

Cabe destacar que essa tarefa foi proposta e desenvolvida no primeiro semestre de 2022, momento em que a escola-parceira estava retornando às atividades presenciais após o período de distanciamento social recomendado em circunstância da pandemia de COVID-19. Com isso, a escola estava adotando o distanciamento social e o uso de máscaras. Devido a essas circunstâncias algumas adequações foram necessárias, tais como organizar a sala de modo individual com distância de 1,5 metro e alterar alguns momentos da fase da metodologia.

Seguimos os passos da metodologia do Ensino Exploratório, na primeira etapa, como destaca Stein *et al* (2008): a tarefa matemática foi entregue em uma folha de papel contendo as questões do *link* para que os alunos pudessem resolver individualmente, devido ao distanciamento social. A conexão de internet na escola não era de qualidade. Deste modo, muitos alunos tiveram dificuldade de acesso no aplicativo do Geogebra para realizarem a tarefa, e o professor conduziu as movimentações do objeto no *software*

³ De acordo com Denzin e Lincoln (2006), uma pesquisa qualitativa é descrita pela busca por compreender as coisas em seus cenários naturais.

⁴ <https://www.geogebra.org/m/dckpc4yb>

convidando os alunos a também manusearem, mas de forma alternada, evitando o contato entre eles. Como já havíamos realizado outras atividades nessa escola durante o projeto PRP, conhecíamos a realidade daquele contexto e, então, levamos e disponibilizamos folhas impressas com as figuras nas duas dimensões, bidimensionais e tridimensionais.

Com isso, para responder às questões, os objetos construídos no GeoGebra foram explorados por meio de uma projeção no quadro utilizando o projetor da escola, em que os participantes podiam visualizar, movimentar e acompanhar a dinâmica do *software*.

A partir da movimentação dos controles deslizantes, os estudantes visualizavam as figuras tanto na forma planificada como tridimensional, e foram sendo questionados a partir da folha de perguntas que receberam. No momento mostrado na Figura 1, foram discutidas, com a participação dos alunos, as características dos sólidos de Platão: tetraedro, hexaedro e octaedro.



FIGURA 1: Explorando a tarefa no quadro

FONTE: Os autores.

Desse modo, a aula seguiu na segunda fase com o professor auxiliando os alunos a completarem a tarefa de maneira independente e individual, e buscamos interferir o mínimo possível, apenas atendendo as dúvidas dos alunos, mas sem dar a resposta exata da questão, auxiliando nos caminhos para a construção das estratégias a serem criadas. Os comentários e as respostas do professor são importantes nesse momento, para as possíveis dúvidas dos alunos, o que não reduz o nível de demandas cognitivas da tarefa, como afirmam Stein e Smith (1998).

Nessa fase, alguns alunos perguntaram como responderiam as primeiras questões, como, por exemplo, “polígonos são figuras planas (2D) ou figuras espaciais (3D)?”. Com isso, buscamos maneiras de mostrar o que são as figuras planas, bem como o que são os sólidos de Platão, fazendo perguntas como:

o que eles entendem por polígonos; o que são polígonos? Tais questões tinham como intuito fazer com que eles revisassem a definição e as propriedades dos poliedros de padrão e, assim, chegassem aos resultados por meio de comparações das definições de figuras planas e espaciais. Instigamos os alunos a utilizarem seus conhecimentos prévios para chegarem à resposta do que são figuras bidimensionais (2D) comparando com a folha de auxílio e os sólidos platônicos o que são figuras tridimensionais (3D) e que, além da área, possuem volume.

A partir das respostas registradas nas folhas impressas, apresentamos algumas resoluções realizadas por alguns alunos e selecionamos apenas as que consideramos mais representativas entre as elaboradas por eles.

As respostas da tarefa foram correspondentes às falas dos alunos, as dificuldades apresentadas foram em definir matematicamente o que é um polígono e o que é poliedro. Nas resoluções, alguns alunos trouxeram que polígono são figuras planas, o que está parcialmente correto, porém esperávamos uma explicação mais completa, ainda que utilizassem palavras de seu cotidiano, mas que remetessem à ideia de figuras planas fechadas formadas por lados que, por sua vez, são segmentos de reta e que não se cruzam em nenhum ponto. Talvez eles não conseguissem se lembrar de todos esses termos, mas também não identificamos uma explicação na linguagem informal.

Durante a resolução, um aluno colocou em uma das questões que o cubo seria uma figura plana, porém o cubo é diferente de quadrado, sendo uma figura geométrica tridimensional (3D). Já na resposta em outra questão, esse mesmo aluno conseguiu apresentar, especificamente, o que significa vértice de um polígono.

Durante a fase de resolução da tarefa, buscamos identificar as respostas dos alunos, a fim de organizá-los e conduzi-los para a fase de discussão dos resultados obtidos. Nesta fase, o professor seleciona, a partir de observações e visualização das respostas dos alunos, respostas que possam contribuir para a discussão coletiva (Stein *et al*, 2008).

Sendo assim, a questão em foco da tarefa estava no questionamento sobre qual era a relação entre os elementos dos poliedros, e alguns alunos conseguiram chegar nessa relação estabelecida entre o número de vértices, arestas e faces dos sólidos, relacionando-os com poliedros regulares.

Nessa fase, cabem algumas práticas destacadas por Stein *et al* (2008), entre elas, a de selecionar e sequenciar, que ocorre no final da segunda fase do Ensino Exploratório, e tem o objetivo de escolher as resoluções das tarefas mais relevantes para serem compartilhadas com toda a turma, permitindo que todos tenham acesso às diferentes ideias matemáticas relacionadas com o objetivo da aula. Concomitantemente a essa prática, o professor deve colocar em ordem as resoluções da tarefa, para que ele possa explorá-las das mais informais para as mais formais, dos casos particulares para os que são generalizados, etc.

Diante das respostas dos alunos, trazemos para este trabalho as resoluções que contribuíram para a fase de discussão da aula. Quatro alunos responderam o último item e colocaram o padrão encontrado na relação entre os sólidos platônicos. A Figura 2 representa algumas respostas dos alunos sobre esse item.

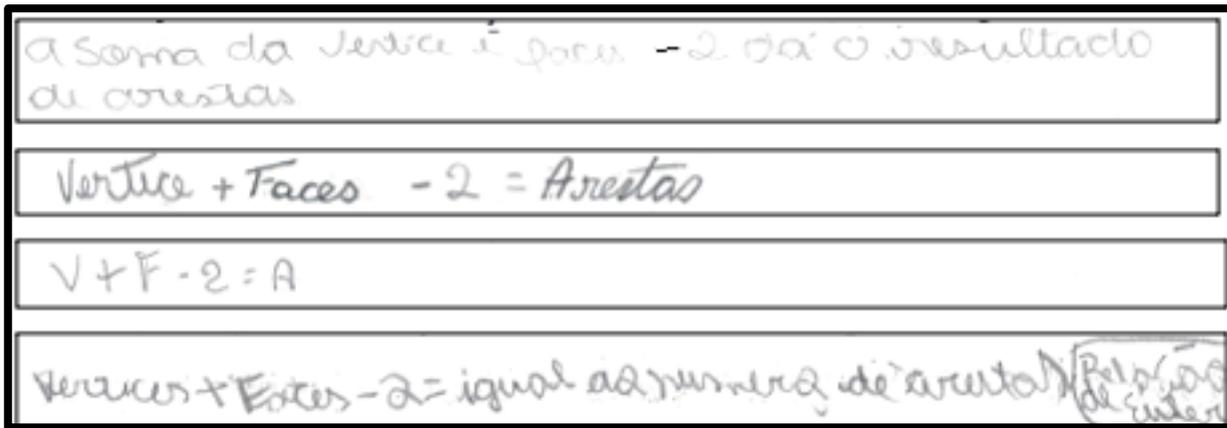


FIGURA 2: Resposta dos alunos.

FONTE: Os autores.

Dentre as resoluções, identificamos que alguns alunos fizeram pelo método da relação ($V + F - 2 = A$) e outros responderam as questões de forma incompleta. Teve estudante que optou em contar os números de faces dos poliedros pela folha impressa.

Na fase de discussão e métodos dos resultados obtidos, tivemos que respeitar as regras de distanciamento da escola, e buscamos fazer uma plenária oralmente na qual cada aluno em seu lugar, expôs suas estratégias de resolução da tarefa. Conforme apontam Ruthven, Hofmann e Mercer (2011), nessa fase o professor deve comandar a discussão, não apenas fazendo os alunos participarem da aula, mas também promovendo qualidade do ensino da matemática tanto nas explicações como nas argumentações.

Nessa fase para começar a discussão dos resultados obtidos, pedimos aos alunos que conseguiram alcançar o objetivo da tarefa, que era encontrar a relação entre os sólidos platônicos, para comentarem sobre o caminho percorrido para responderem as questões e, assim, os demais poderiam compreender algumas estratégias utilizadas.

Destacamos a fala do aluno G, que disse: “quando somamos o número de vértices mais o número de faces e subtrairmos dois será obtido o número de aresta ($V + F - 2 = A$)”. Essa fala representou grande parte da compreensão dos demais alunos da turma, que falou algo muito semelhante sobre a relação encontrada. Diante das resoluções deles, identificamos que alguns conseguiram encontrar a relação dos poliedros regulares pela soma de vértices + faces - 2 = aresta, sendo que, nesse momento, ainda não tínhamos definido a relação de Euler ($V - A + F = 2$).

Nesse sentido, fomos reformulando no quadro os caminhos percorridos, e respeitando os diferentes tipos de estratégias dos alunos, a fim de promover a finalização da discussão e darmos o encaminhamento para a sistematização do conteúdo matemático abordado. Com isso, partimos para a fase da sistematização. Conforme orienta a metodologia, segundo Carnavaro (2011) e Stein *et al* (2008), a fase de aprendizagens matemáticas tem como finalização a sistematização, em que:

é um momento de institucionalização das aprendizagens, que toda a turma deve reconhecer e partilhar, no qual tanto podem surgir novos conceitos ou procedimentos emergentes da discussão da tarefa como serem revistos e aperfeiçoados conceitos e procedimentos já conhecidos e aplicados, estabelecidas conexões com situações anteriores, e/ou reforçados aspetos fundamentais dos processos matemáticos transversais como a representação, a resolução de problemas, o raciocínio matemático e a comunicação matemática (CANAVARRO, 2011; STEIN *et al.*, 2008, p. 257).

Para essa fase, buscamos estabelecer conexões com aprendizagens anteriores, evidenciando o conceito matemático abordado da tarefa: a relação de Euler nos sólidos platônicos. De acordo com Stein *et al* (2008), durante essa prática, o professor instiga o aluno a discutir, analisar, avaliar, comparar e/ou relacionar as diferentes maneiras de resolver a tarefa, e suas potencialidades. Nesse momento, tentamos trazer a relação que os alunos fizeram a partir de seus relatos e, dessa forma, formalizar o conteúdo matemático, mostrando o que eles estavam estudando e generalizando: a relação de Euler por meio dos poliedros convexos regulares.

Nesse sentido, fizemos uma ligação das figuras projetadas com o conceito que os alunos encontram para fazermos a validação da relação ($V + F - 2 = A$), na qual observando a quantidade de vértices faces e arestas de cada poliedro poderíamos reorganizar e escrever a relação de Euler como ($V + F = A + 2$) Ou ($V + F = A + 2$) e, assim, exemplificamos na lousa, com a ajuda dos alunos, como ficaria essa validação. Mostramos que, em cada um dos poliedros, a quantidade de vértices V mais a quantidade de faces F é igual à quantidade de arestas A mais 2.

Com isso, formalizamos o conceito com alguns destaques, como, por exemplo, informando que essa relação, conhecida como relação de Euler, foi uma homenagem ao matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783). A relação de Euler é válida para todo poliedro convexo e para alguns poliedros não convexos.

Também identificamos que muitos alunos apresentaram dificuldade com os conceitos relacionados à Geometria Espacial, uma vez que a relação de Euler é apresentada aos alunos no Ensino Fundamental. Tal dificuldade talvez tenha ocorrido por estarem retornando, naquele momento, às aulas presenciais depois de dois anos de aulas remotas, provocadas pela pandemia de COVID-19, conforme mencionado anteriormente, em que as instituições de ensino suspenderam as aulas presenciais atendendo as orientações da Ordem Mundial de Saúde (OMS).

Diante desse cenário, buscamos desenvolver essas aulas de forma que envolvesse os estudantes e para que eles pudessem participar de forma ativa, e a metodologia de ensino foi fundamental para o engajamento dos alunos, pois eles se envolveram na proposta da tarefa. O *software* Geogebra foi necessário para a construção da tarefa, ele proporcionou dinamismo, otimização do tempo e auxiliou na compreensão dos alunos nos conceitos geométricos. Ainda que de forma individual, identificamos que os estudantes conseguiram trocar ideias entre os mais próximos a eles e na discussão e sistematização da tarefa, eles foram muito participativos.

Considerações Finais

Para iniciar este trabalho, procuramos abordar algo que estivesse próximo do aluno que cursa o Ensino Médio e que pudesse despertar interesse a partir de ferramentas que fazem parte da vida deles, como o uso de computadores e telefones celulares. O uso de tecnologias digitais também está presente no ambiente escolar, alunos e professores têm acesso e podem fazer uso delas no ensino e na aprendizagem de conteúdos da matemática.

Nesse sentido, buscamos utilizar o *software* GeoGebra como uma possibilidade de ensino, com uma abordagem construcionista por meio da organização de aula mediada pela metodologia do Ensino Exploratório e propor uma tarefa para ensinar Geometria Espacial, com ênfase no estudo dos poliedros de Platão visando a relação de Euler.

A utilização da metodologia do Ensino Exploratório contribuiu para a organização da aula e possibilitou meios para as resoluções da tarefa pelos alunos, além das falas durante a fase da discussão oral, que contribuiu para a compreensão de alguns alunos sobre a relação de Euler.

Com a utilização dessa metodologia usando o *software* GeoGebra, a aula tornou-se dinâmica e foi muito produtiva, e os alunos estavam mais motivados em relação a outras regências que não utilizamos essa ferramenta. Nessas aulas eles desenvolveram estratégias matemáticas para a resolução da tarefa, tendo um bom nível participativo dos alunos, sendo uma prática não tão comum como em aulas tradicionais, como observado durante o período de acompanhamento da turma enquanto residente do PRP.

Desse modo, a discussão oral durante as fases da discussão coletiva e sistematização fez com que os alunos atuassem de maneira ativa no desenvolvimento da tarefa, assumindo-se como o protagonista na busca por uma aprendizagem mais efetiva.

Diante da condição que aplicamos essa tarefa, em consequência da pandemia de COVID-19 e o distanciamento dos alunos em sala de aula, se a tarefa fosse aplicada em grupos, possivelmente conseguiríamos ter outros resultados partindo do pressuposto de que os alunos poderiam compartilhar entre eles as hipóteses e estratégias de como resolver a tarefa.

Outro ponto que destacamos seria se o trabalho fosse desenvolvido dentro do laboratório de informática, ou com qualidade na internet, dando acesso aos alunos a computadores e seus celulares, para que durante as resoluções eles mesmos pudessem fazer as movimentações nos controles deslizantes e terem a visualização dos sólidos de Platão. Porém, a escola não disponibilizava esse espaço, e realizamos dentro da sala de aula.

Embora o GeoGebra tenha ficado apenas na forma de apresentação dos sólidos por meio da projeção no quadro, os estudantes puderam visualizar a movimentação desses sólidos, identificá-los na tarefa impressa e relacioná-los entre si. Assim, a projeção dos objetos no GeoGebra contribuiu em diversos momentos da aula.

Notamos, ainda, que a utilização do GeoGebra pode contribuir para o ensino de Geometria Espacial, e que experiências como essa se tornam relevantes para pensar em alternativas de ensino como o uso de

tecnologias, podendo potencializar as práticas dos professores de matemática, objetivando uma melhoria na qualidade de ensino de matemática.

Em síntese, este trabalho buscou contribuir para a comunidade acadêmica, fomentando as discussões em relação ao ensino e à aprendizagem matemática com uso do GeoGebra e de metodologias ativas com abordagens construtivistas, bem como possibilitando que outros trabalhos possam aprofundar aspectos que aqui foram limitados pelas condições encontradas no momento de sua realização.

Referências

- ALVES, T. S.; SIMÕES, B. MIOLA, A. F. S. **O Uso do Geogebra em uma Perspectiva Colaborativa: uma proposta para o ensino do Teorema de Pitágoras à luz do sócio construtivismo**. Revista Eletrônica de Educação Matemática -REVEMAT, Florianópolis, v. 18, p. 01-20, jan./dez., 2023
- BORSOI, C. **GeoGebra 3D no Ensino Médio: uma possibilidade para a aprendizagem da Geometria Espacial**. 2016. Dissertação de Mestrado em Ensino de Matemática – UFRGS, Porto Alegre, 2016. Disponível em < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148179>> Acesso em: 02 de abril de 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- CARVALHO, S. F.; SCHERER, S. **Possibilidades construcionista com lousa digital: diálogos a partir de uma aula de abordagem instrucionista**. Revista Intersaberes, v. 15, n. 34, 2020.
- CANAVARRO, A.P.; OLIVEIRA, H.; MENEZES, L. **Práticas de Ensino Exploratório da Matemática: O Caso de Célia**. In: Encontro de Investigação em Educação Matemática 2012: Práticas de ensino da Matemática, p.255-266, 2012.
- CANAVARRO, A.P. **Ensino Exploratório de Matemática:Práticas e desafios**. Educação e Matemática.Lisboa, n.115, p.11-17, nov/dez 2011
- DEZIN, N. K. ; LINCOLN, Y. S. (Orgs). O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FIGUEIREDO, T. D.; SALMASIO, J. L.; RAGONI, V. F. **Um discurso sobre as tecnologias digitais na formação de professores de matemática**. Ensino da Matemática em Debate, v. 4, n. 2, p. 145-160, 2018.
- LEITE, A. C. P. MIOLA, A. F. S. **Contribuições do GeoGebra para o Ensino de Funções: o que revelam algumas pesquisas brasileiras?** Revista de Iniciação à Docência, v. 8, n. 1, 2023.
- MIOLA, A. F. S.; PINHEIRO, M. G. C.; SANTOS, E. V. Estágio Supervisionado: uma Aula na Perspectiva do Ensino Exploratório para Construção do Pensamento Algébrico no Ensino

Fundamental. In: **Ensino de Matemática: desafios e possibilidades** (org) GUALANDI, J. H. – 1.ed. – Curitiba-PR: Editora Bagai, 2021.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artmed, v. 17, 1994.

RUTHVEN, K.; HOFMANN, R.; MERCER, N. **A dialogic approach to plenary problem synthesis**. In: Proceedings of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. p. 81-88. 2011.

STEIN, M. K; SMITH, M. S. **Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice**. Mathematics Teaching in the Middle School, 3, 268–275. 1998.

STEIN, M. K; ENGLE, R. A; SMITH, M. S; HUGHES, E. K.. **Orchestrating productive mathematical discussions: Helping teachers learn to better incorporate student thinking**. Mathematical Thinking and Learning, 10(4), 313-340. 2008.