

UM PASSO ADIANTE: MATEMÁTICA E EXTENSÃO EM UMA PROPOSTA PARA OFICINAS ONLINE UTILIZANDO O GEOGEBRA

A STEP AHEAD: MATHEMATICS AND EXTENSION IN A PROPOSAL FOR ONLINE WORKSHOPS USING GEOGEBRA

Submissão:
09/03/2023
Aceite:
13/04/2023

Érika Maria Chioca Lopes¹  <https://orcid.org/0000-0003-3817-5511>

Edson Agustini²  <https://orcid.org/0000-0001-8301-865X>

Giselle Moraes Resende Pereira³  <https://orcid.org/0000-0001-8154-0540>

Rogério Nicodemo⁴  <https://orcid.org/0009-0004-6509-608X>

Resumo

A cultura digital, juntamente com o contexto de transição das escolas para o Novo Ensino Médio, indicam a necessidade de suporte formativo para os professores de Matemática. Neste artigo analisam-se as atividades realizadas no projeto de extensão intitulado “Resolução de Problemas com o GeoGebra”, desenvolvido por uma equipe de docentes e licenciandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia no ano de 2022. O projeto teve como objetivo principal capacitar professores e futuros professores de Matemática para manipulação do software e para utilização da plataforma do GeoGebra, com foco na modelagem e resolução de problemas matemáticos de Ensino Médio. Neste relato, discute-se cada problema proposto, quanto às ferramentas e aos recursos utilizados no GeoGebra e, paralelamente, destacam-se alguns caminhos possíveis para utilização em salas de aula, em articulação com as competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Palavras-chave: Resolução de Problemas; GeoGebra; Extensão; Formação de Professores.

¹ Professora da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG. erikalopes@ufu.br

² Professor da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG. agustini@ufu.br

³ Professora da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG. gisellemoraes@ufu.br

⁴ Aluno de Graduação da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG. rogerioncodemo@ufu.br

Abstract

Digital culture, alongside the transition context of schools moving into the New High School, indicates the need for formative support aimed at Mathematics teachers. This article analyzes the activities carried out in an extension project entitled “Resolution of Problems with GeoGebra”, developed by a team of professors and undergraduate students from the Mathematics Degree course at the Federal University of Uberlândia in the year of 2022. The project had as its main goal to instruct teachers and future teachers of Mathematics on the manipulation of the software and the use of the GeoGebra platform, with a focus on modeling and solving high school mathematical problems. In this report, each proposed problem is discussed, regarding the tools and resources used in GeoGebra and, at the same time, some possible ways are highlighted to use them in classrooms, in accordance with the skills and abilities provided for in the National Common Curricular Base (BNCC in Portuguese).

Keywords: Problem Solving; GeoGebra; Extension; Teacher Education.

Introdução

O uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação¹ (TDIC), não de hoje, se faz presente em inúmeros ramos de atividades que envolvem a sociedade globalizada. Os constantes avanços no desenvolvimento dessas tecnologias têm provocado mudanças nos modos de pensar, agir, interagir e aprender das pessoas, sobretudo a partir do período em que tais tecnologias se tornaram portáteis e mais acessíveis a grande parte da população (ALMEIDA, 2020, KENSKI, 2004). Como parte dos mais diversos campos das relações sociais, econômicas e culturais, é de se esperar que também o seu uso em escala se expanda para o campo educacional, como facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

Sabemos que muitos professores e pesquisadores têm buscado experimentar, propor e compreender formas de integrar recursos tecnológicos digitais, que possam promover melhoria nos processos de ensino e aprendizagem. Segundo Moran (2004), as TDIC propiciaram novas perspectivas para a Educação, nas quais novos espaços para a atuação do professor foram abertos.

No Brasil, apesar de termos grandes disparidades econômicas entre as diversas regiões e a falta de condições de infraestrutura para uso de recursos digitais nas escolas públicas, é notória a dedicação de inúmeros professores no sentido de trazer as TDIC para a sala de aula. No entanto, pesquisas apontam as barreiras que esses profissionais enfrentam, como pouco apoio da gestão escolar, extensa jornada de trabalho ou fraca formação (inicial ou continuada) nessa temática, o que dificulta sua busca por atividades ou a elaboração própria de práticas pedagógicas com tecnologias digitais (FARIA; ROMANELLO; DOMINGUES, 2018).

Por outro lado, Valente (2018) alerta para os impactos dessas mudanças nos processos de ensino e aprendizagem, pois o aluno de hoje não age como antes e a sociedade torna-se cada vez mais complexa. A aula expositiva – enquanto espaço para transmissão de informação pelo professor – perde valor, “[...] uma vez que o aluno consegue acessar essa mesma informação de modo mais interessante e, inclusive, com mais detalhes, incluindo o uso de recursos visuais, que facilitam a sua compreensão” (VALENTE, 2018, p. 18). A partir desse quadro, entendemos que a forma como os conteúdos são trabalhados em sala de aula deve ser repensada, para ter dinâmica coerente com as ações desenvolvidas no dia-a-dia, sendo estas, permeadas pelas tecnologias digitais.

¹ As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação se referem a dispositivos digitais, tais como computadores, notebooks, tablets, smartphones, iPads etc., associados com as linguagens e mídias que veiculam, tais como aplicativos, softwares, Internet.

Essas reflexões mostram a necessidade de se inserir e discutir sobre tecnologias digitais na formação de professores. Nesse contexto de crescente desinteresse pelos métodos tradicionais de ensino, Barcelos e Batista (2015) argumentam que as TDIC podem enriquecer as situações de aprendizagem em sala de aula e ampliar as possibilidades de pesquisa. Assim:

Tais tecnologias possibilitam experimentações, muitas vezes difíceis de serem realizadas sem o uso das mesmas, colaboram em atividades de investigação, permitindo análises críticas e estabelecimento de hipóteses e, entre outras ações, facilitam visualizações, manipulações e levantamento de informações. (BARCELOS; BATISTA, 2015, p. 132)

No caso do ensino de Matemática, o *software* GeoGebra, que já era uma ferramenta conhecida desde 2001, tem ganhado cada vez mais destaque, por suas características e recursos, que estão sempre sendo atualizados. É um programa gratuito, que possui vasta literatura em português, abrange vários níveis de ensino (do básico ao universitário) e nos traz outras vantagens em seu uso:

Por meio de suas múltiplas janelas, o GeoGebra reúne, em um único ambiente, recursos gráficos, numéricos, simbólicos e de programação em Geometria, Aritmética, Álgebra, Funções, Estatística e Probabilidade. Assim, o GeoGebra tem a vantagem didática de apresentar, ao mesmo tempo, representações diferentes de um mesmo objeto que interagem entre si. Existem versões do *software* para computadores *desktop* (Windows, Linux e Mac OS), *tablets* Android e iOS e, mais recentemente, para *smartphones* Android. (BORTOLOSSI, 2016, p. 430)

Além das construções geométricas sem o uso de coordenadas (geometria sintética) no plano e no espaço, o GeoGebra também permite o estudo analítico por meio de construções e visualizações, fazendo uso do sistema de coordenadas cartesianas ortogonais no plano e no espaço. Com isto, visualizações e manipulações de gráficos de funções (ou, mais geralmente, de curvas e superfícies parametrizadas) podem ser feitas com muita eficiência nesse *software*.

O GeoGebra é um *software* de matemática dinâmica por possuir recursos que permitem movimentos e mudanças de parâmetros:

[...] uma vez que uma determinada construção é feita (apenas uma única vez), os elementos iniciais constituintes da construção podem ser alterados e o aluno consegue então, em tempo real, verificar como estas mudanças afetam os resultados finais. Com isto, o aluno encontrará um ambiente propício à visualização, análise e dedução informal da situação estudada e, a partir desta interação, promover sistematizações posteriores. (BORTOLOSSI, 2016, p. 433)

Essa característica dinâmica dá outro realismo e sentido para estudantes e professores, outrora restritos à possibilidade estática do lápis e papel, ou do quadro e giz.

Para além das ferramentas do *software*, há muitos materiais que podem ser acessados na plataforma *online*², elaborados pela comunidade em vários idiomas e disponibilizados para livre utilização. Esses materiais podem incluir uma ou mais construções criadas no GeoGebra, textos, imagens, vídeos e perguntas a serem respondidas pelo usuário. Também é possível compartilhar esses materiais por meio da ferramenta GeoGebra *Classroom*, na qual os estudantes podem manipular as construções e responder a perguntas elaboradas pelo professor, e este pode acompanhar o progresso dos estudantes em tempo real.

Essa ferramenta de interação simultânea e *online* do GeoGebra surgiu em 2020 e tornou-se um

² Disponível em: <https://www.geogebra.org/>

recurso interessante para os professores de Matemática, nesse período em que o ensino remoto se estabeleceu. Com a pandemia de Covid-19 e a necessidade de isolamento social vivida naquele momento, tornou-se premente ampliar os conhecimentos tecnológicos do professor, integrado aos outros campos de saber docente.

Além disso, em 2022 foi implantado o Novo Ensino Médio, alinhado às competências e habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), onde percebemos o destaque dado, na área de Matemática e suas Tecnologias, para “[...] a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional, iniciado na etapa anterior.” (BRASIL, 2018, p. 528). Entre as cinco competências específicas da Matemática e suas Tecnologias para o Ensino Médio listadas na BNCC, vislumbramos possibilidades para planejamento de experiências didáticas nas três últimas (BRASIL, 2018, p. 531), trazendo recursos tanto do *software* GeoGebra quanto de sua plataforma GeoGebra.org.

Considerando o contexto de transição para as escolas, pela necessária adaptação ao Novo Ensino Médio e, de forma mais ampla, pela cultura digital que se impõe na vida cotidiana dos estudantes, é importante que os professores de Matemática tenham suporte formativo para conseguirem atender às demandas que chegam. Diante desse quadro, visando capacitar professores e futuros professores de Matemática para manipulação do *software* e para utilização da plataforma do GeoGebra na resolução de problemas, concebemos o projeto de extensão “Resolução de Problemas com o GeoGebra”. O principal objetivo deste artigo foi o relato reflexivo do projeto, desenvolvido virtualmente por uma equipe de docentes e graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no ano de 2022. Buscamos discutir as atividades realizadas no projeto, em especial, as ferramentas e recursos utilizados em cada proposta elaborada no GeoGebra, bem como as potencialidades para utilização pelos professores, vislumbradas a partir delas.

O projeto de extensão “Resolução de Problemas com o GeoGebra”

O projeto de extensão “Resolução de Problemas com o GeoGebra” objetivou a capacitação de professores de Matemática do Ensino Básico e licenciandos de Cursos de Matemática no *software* GeoGebra. O enfoque principal foi a modelagem e resolução de problemas matemáticos de Ensino Médio tendo o GeoGebra como ferramenta auxiliar nos processos de elaboração, visualização geométrica e validação de modelos matemáticos.

O projeto foi acompanhado pela equipe de trabalho, formada por três docentes e quatro licenciandos – dois bolsistas e dois voluntários – do curso de Licenciatura em Matemática da UFU, por meio de reuniões virtuais semanais. Na primeira etapa do projeto, realizamos oficinas de capacitação da equipe e reuniões de planejamento e elaboração dos materiais didáticos e do ambiente virtual de aprendizagem no Moodle³.

Nessas reuniões criamos algumas construções geométricas dinâmicas no GeoGebra com o objetivo de, por meio do *software*, aperfeiçoar o raciocínio lógico e auxiliar na prática docente, agregando qualidade às aulas do professor e estimulando a criatividade dos alunos. Planejamos e selecionamos construções para serem apresentadas aos participantes de modo progressivo em relação aos conheci-

³O Sistema Moodle, desenvolvido pela Curtin University of Technology, da Austrália, é um sistema online de gerenciamento de cursos para apoio a processos de ensino e aprendizagem. Disponível em: <https://www.moodle.org>

mentos sobre o GeoGebra, já que não exigimos conhecimentos prévios em relação ao *software*.

A partir daí, realizamos dois ciclos de oficinas, um no primeiro e outro no segundo semestre do ano de 2022, nos quais os participantes puderam manipular o *software*, discutir, elaborar e trocar conhecimentos e experiências, com foco na resolução de problemas.

Em cada oficina, um problema foi proposto e trabalhado, a partir da elaboração de uma construção no GeoGebra. Por ser um formato de oficina *online*, todo o processo de construção foi feito durante o encontro virtual para que os cursistas aprendessem e fizessem juntos todos os passos. Para auxiliá-los, a cada oficina disponibilizamos previamente um roteiro no Moodle com todas as etapas da construção, para acompanhamento durante a realização das oficinas, ou consulta posterior.

Em cada ciclo, houve 8 encontros síncronos (oficinas) e pelo menos 16 atividades assíncronas (tarefas). As oficinas foram realizadas por meio de videoconferências no *Google Meet* e a presença dos cursistas foi acompanhada por meio da ferramenta “Enquete”. Durante as oficinas, dúvidas eram esclarecidas por meio da interação dos cursistas e do(a) apresentador(a) via áudio/câmera e também pelo *chat*.

Após cada oficina propusemos algumas opções de construções como tarefa para os cursistas, sendo que a primeira opção sempre era replicar a construção feita na referida oficina, e a última a mais desafiadora. As tarefas realizadas pelos cursistas foram acompanhadas pelo ambiente virtual criado no Moodle, sendo todas elas avaliadas e os *feedbacks* enviados aos cursistas – com devolutivas individuais e semanais para cada participante. Para auxiliar os cursistas e sanar dúvidas, em relação às tarefas propostas e aos assuntos abordados nas oficinas, disponibilizamos fóruns de dúvidas e discussões, além de um acompanhamento diário entre integrantes da equipe e cursistas via *WhatsApp*.

Todas as oficinas foram gravadas, editadas e disponibilizadas no Moodle. Além disso, disponibilizamos vídeos gravados a partir de demandas que surgiram no decorrer do projeto, tais como dúvidas, problemas e curiosidades dos cursistas, trazendo algo além do que foi apresentado nas oficinas. Também criamos uma página web⁴ para a divulgação, com todas as informações pertinentes do projeto, e a realização de inscrições.

A partir das informações obtidas na fase de inscrição no projeto, foi possível traçar um perfil mais específico dos participantes de cada ciclo, conforme descrevemos a seguir.

No primeiro ciclo, foram 42 pessoas inscritas, das quais 21 permaneceram efetivamente participando das oficinas e realizando as tarefas. Já no segundo, foram 52 inscritos, dos quais 25 participaram até o final. Os demais, mesmo sem conseguirem acompanhar integralmente o curso, continuaram tendo acesso aos materiais disponibilizados na plataforma, sendo que alguns participaram das oficinas sem entregar tarefas.

Ao traçarmos um perfil desses participantes observamos que, na primeira turma, 57,1% eram formados por pessoas da comunidade externa à UFU, enquanto que na segunda foram 90,4%. Quanto à atuação profissional, na primeira turma 61% eram estudantes de graduação ou pós-graduação e 40% eram docentes dos mais variados níveis. Já na segunda, 29% eram estudantes de graduação ou pós e 71% eram docentes de níveis diversos.

A partir desses dados, percebemos a forte característica extensionista desse projeto, cujas ações se voltaram para a participação da comunidade externa à instituição de ensino e proporcionaram aos

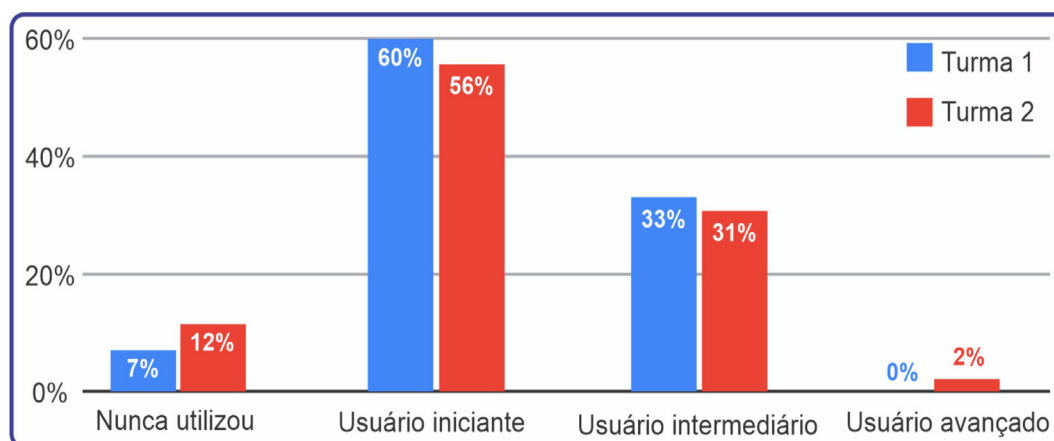
⁴ Disponível em: <https://sites.google.com/view/matematica-com-geogebra>

acadêmicos a oportunidade de conhecer diferentes realidades e necessidades, além de colaborar com a transformação social e desenvolvimento local, regional e nacional. Ao oferecermos oficinas no formato *online*, obtivemos um alcance surpreendente de participantes de diversas regiões do Brasil e também de outros países, como Portugal, Peru e Colômbia, com interesses e demandas de conhecimentos de GeoGebra diversificados. Ademais, além do público diretamente beneficiado, tivemos relatos de cursistas sobre o compartilhamento dos saberes aprendidos e materiais construídos no curso, com outros colegas em seus locais de trabalho.

Paralelamente à realização de cada ciclo, houve um processo de orientação dos estudantes da equipe, realizado pelos professores, com leitura de artigos sobre a utilização do GeoGebra para o ensino de Matemática. Em seguida, houve a produção de dois trabalhos – relatos da experiência deles nas oficinas – que foram apresentados em evento acadêmico da Faculdade de Matemática. Em consonância com um dos princípios que regem as atividades extensionistas, temos a recomendação da formação acadêmica, profissional e cidadã de discentes. Essa formação proporciona experiências práticas do que é aprendido na instituição, promove a vivência com a futura atividade profissional e oportuniza o contato direto com as necessidades da comunidade, a fim de incentivar novas ações.

Outro aspecto do perfil dos participantes, citado anteriormente, refere-se ao nível de conhecimento de GeoGebra, declarado por eles ao preencherem o formulário de inscrição, conforme descrito no Gráfico 1.

Gráfico 1: Nível de conhecimento de GeoGebra em cada turma, antes do início das oficinas.



Fonte: dados do projeto.

Notamos que a maior parte dos participantes das oficinas tinha pouco ou nenhum conhecimento sobre os recursos do *software*. Apesar do crescente interesse e divulgação do GeoGebra na comunidade, evidencia-se que ainda há muito a ser feito nos cursos de formação de professores, para que sua utilização nas salas de aula das instituições escolares seja mais corriqueira e eficiente. Como pontuaram Barcelos e Batista (2015, p. 140), “[...] a vivência dos futuros professores, como aluno em sua formação docente, tanto inicial quanto continuada, é constitutiva do papel que exercerá na sua prática docente futura”. Assim, esses dados nortearam a organização da sequência de oficinas, buscando incorporar mais recursos do GeoGebra a cada oficina e gradativamente aumentando o ritmo da própria criação das construções durante os encontros síncronos.

Descrição das oficinas e discussão

Nesta seção, apresentamos uma breve descrição das funcionalidades exploradas no GeoGebra para o desenvolvimento das oito oficinas trabalhadas no projeto de extensão “Resolução de Problemas com o GeoGebra”, bem como alguns procedimentos, ferramentas, e mesmo comandos, que julgamos terem sido importantes em cada oficina. Em paralelo, discutimos algumas potencialidades que se destacam em cada proposta, em termos de caminhos possíveis para utilização em salas de aula de Matemática ou também em termos de competências e habilidades previstas na BNCC que são contempladas nessas propostas.

Com exceção da última oficina, que foi sobre o uso da plataforma GeoGebra.org, a ordem com que as oficinas foram sendo ofertadas respeitou a lógica do “mais simples para o mais complexo” em termos de recursos do GeoGebra, sendo que, a cada nova oficina, novas potencialidades foram exploradas. Vamos a elas:

1ª oficina. No Mundo dos Triângulos - usando o GeoGebra para descobrir propriedades.

Problema proposto: *Dado um triângulo $A'B'C'$, construir um triângulo ABC tal que $A'B'C'$ seja triângulo órtico de ABC . A construção deve ser dinâmica, ou seja, ao movimentarmos os vértices do triângulo $A'B'C'$, o triângulo ABC também deve movimentar-se, mantendo-se as condições exigidas. Recordamos que um triângulo órtico $A'B'C'$ de um triângulo ABC não retângulo é construído com vértices nos três pés das alturas de ABC .*

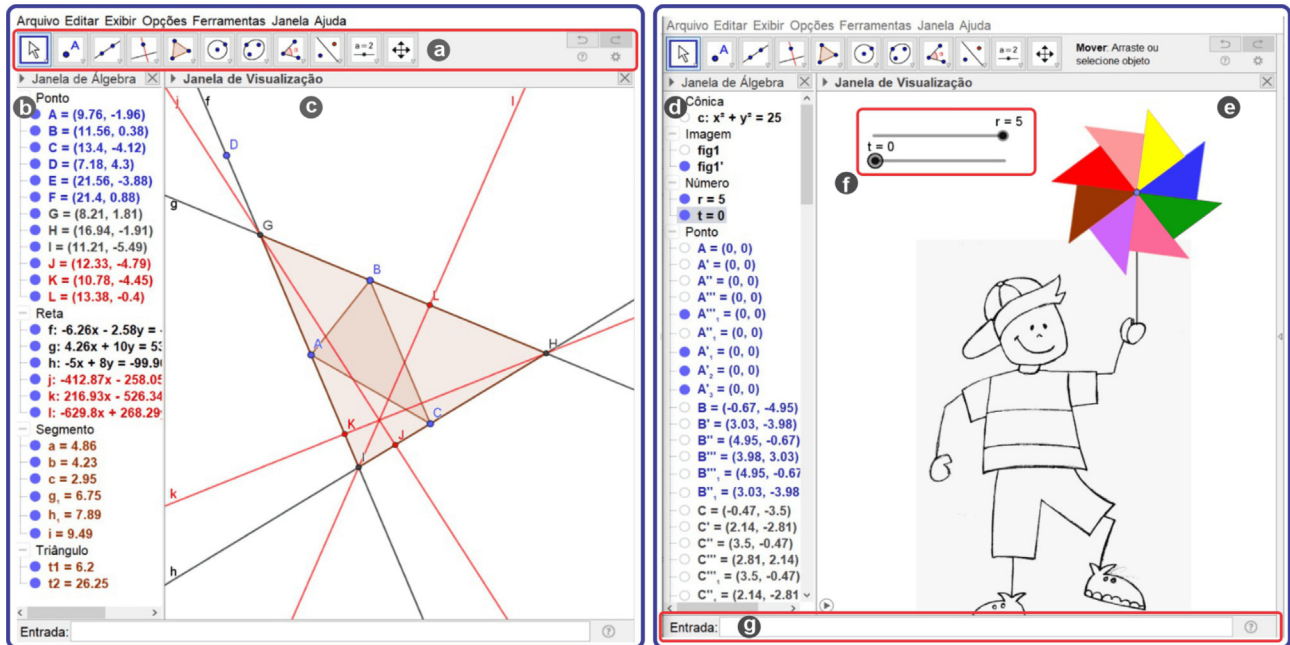
Por ter sido a primeira oficina, seu principal objetivo foi apresentar apenas algumas das ferramentas básicas presentes na própria barra padrão de ferramentas do GeoGebra (Figura 1, letra a) como, por exemplo, construção de retas paralelas, retas perpendiculares e polígonos, além, é claro, de uma apresentação geral das Janelas de Álgebra (Figura 1, letra b) e de Visualização (Figura 1, letra c) do aplicativo para os cursistas iniciantes no GeoGebra.

Outro objetivo foi motivar os cursistas a descobrirem as propriedades geométricas relacionadas a um triângulo ABC e seu triângulo órtico $A'B'C'$ por meio de uma construção preliminar e dinâmica de ambos. A principal propriedade que pode ser “intuída” a partir da movimentação de ABC é que “as alturas de ABC são bissetrizes de $A'B'C'$ ” e, com essa propriedade em mente, é possível construir um triângulo ABC , dado o seu órtico $A'B'C'$.

Na Figura 1, à esquerda, apresentamos uma tela da construção final da primeira parte desta oficina.

Figura 1: À esquerda, a tela final da primeira parte da 1ª Oficina. À direita, a tela final da 2ª Oficina.

(a) Barra de Ferramentas; (b) e (d) Janelas de Álgebra; (c) e (e) Janelas de Visualização; (f) Controles deslizantes; (g) Campo de Entrada.



Fonte: dados do projeto.

Para o desenvolvimento desta oficina não foram apresentados comandos, nem ferramentas mais sofisticadas como, por exemplo, controles deslizantes. Apesar disso, a simples manipulação dos vértices do triângulo ABC permitida pelo *software*, que instantaneamente exibe as alterações nos pontos e segmentos criados, abre a possibilidade do estudante simular rapidamente vários exemplos, levantar conjecturas e, a partir do diálogo com o professor e colegas, aprender conceitos e propriedades (BORTOLOSSI, 2016, BARCELOS; BATISTA, 2015). Uma proposta para sala de aula nesse sentido se alinha com a quinta competência específica estabelecida na BNCC do Ensino Médio, a saber:

Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas. (BRASIL, 2018, p. 531)

Depois de finalizada a oficina, três opções de tarefas similares foram propostas, bem como a demonstração matemática da propriedade explorada. O cursista tinha que fazer, e postar na plataforma Moodle do projeto de extensão, pelo menos uma das três opções de tarefas apresentadas. Cada opção pedia uma construção geométrica dinâmica no GeoGebra, e o que deveria ser postado no Moodle era um arquivo ggb dessa construção (ggb é a extensão dos arquivos GeoGebra). A primeira opção de tarefa foi exatamente a construção desenvolvida na própria oficina. Uma outra opção de tarefa foi construir um triângulo ABC obtusângulo, a partir do órtico A'B'C' já que, na oficina, o triângulo ABC era acutângulo.

As construções geométricas desta primeira oficina, preliminar e final, já prontas, estão dis-

poníveis na área do projeto de extensão no GeoGebra.org, e podem ser acessadas por meio dos *links* <https://www.geogebra.org/m/bbrv7jxm> e <https://www.geogebra.org/m/tvrbv9xc>. As demais oficinas também possuem construções geométricas com *links* similares a estes e, para simplificar, a partir da próxima oficina, vamos disponibilizá-los em notas de rodapé após os respectivos títulos das oficinas.

2ª oficina. O Catavento - indo um pouco mais além no GeoGebra.⁵

Problema proposto: *Construir um catavento que gire de forma automatizada. Ele deve ter 8 pás triangulares encaixadas, isto é, sem sobreposições e sem espaços vazios entre elas. Inserir a imagem de um menino segurando o catavento. Fazer tanto a imagem do menino, quanto o próprio catavento, se deslocarem horizontalmente.*

Nesta segunda oficina tivemos como principal objetivo apresentar algumas potencialidades adicionais do GeoGebra como, por exemplo, o uso da ferramenta controle deslizante (Figura 1, letra f) para criar movimentos em construções geométricas. Também foram apresentados os primeiros comandos GeoGebra, alguns dos quais possuem as mesmas funções de ferramentas padrão disponíveis na própria barra de ferramentas como, por exemplo, construção de pontos, retas e polígonos. Outros comandos apresentados, entretanto, não possuem representantes na barra de ferramentas como, por exemplo, o de sequências, que cria listas de objetos no GeoGebra. Neste caso, o usuário entra com o comando no Campo de Entrada (Figura 1, letra g). A título de ilustração, eis a sintaxe de um comando que cria $n-1$ cópias giradas em torno do ponto O de um triângulo OAB previamente construído:

Sequência (Polígono($O, Girar(A, i(360^\circ)/n, O), Girar(B, i*(360^\circ)/n, O)$), $i, 1, n-1$)*

Outro aspecto importante desta oficina foi a construção dos diversos triângulos que representam as pás do catavento por meio do comando de sequências.

A utilização de comandos permitiu o trabalho inicial com programação e aumentou a interação dos cursistas com o *software* em relação à interpretação de sintaxes de comandos e à capacidade de modificá-las. O ensino de linguagens de programação, assim como o domínio de uso de algoritmos e de análise de dados, é apontado na BNCC como uma atividade relacionada ao pensamento computacional. Com isso, reconhece-se o papel fundamental que as tecnologias desempenham na formação dos alunos, as quais permitem desenvolver, entre outras, a capacidade de apropriação das linguagens da cultura digital para “[...] explorar e produzir conteúdos em diversas mídias, ampliando as possibilidades de acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho” (BRASIL, 2018, p. 475).

Tarefas similares foram propostas, nas quais os cursistas poderiam usar a criatividade para construir cataventos com pás em diferentes formatos e quantidades, vinculados a controles deslizantes, ou mesmo outros objetos que pudessem ser movimentados. Como na oficina anterior, a primeira opção das tarefas foi fazer a construção desenvolvida na própria oficina. Foram quatro opções de tarefas no total e, em uma delas, pedia-se a construção planejada de um “catavento de criança”, cujas pás não eram triangulares, como nas demais.

Na Figura 1, à direita, apresentamos uma tela da construção final desta oficina.

⁵ <https://www.geogebra.org/m/dtdcqytf>

3ª oficina. **A Roda Gigante - construindo uma função trigonométrica.**⁶

Problema Proposto: *Construir uma animação que simule uma roda gigante e o gráfico da função $h(\theta)$ que represente a variação da altura de uma determinada cabine da roda gigante em função da medida θ de seu ângulo de giro.*

Nesta oficina tivemos como principal objetivo abordar dois dos assuntos mais importantes do Ensino Básico: funções e trigonometria. Aproveitando o conhecimento adquirido na segunda oficina, foi trabalhada a construção de uma roda gigante (por meio de um círculo subdividido em setores circulares congruentes) que pudesse ser movimentada com velocidade angular constante. Também o raio r da roda gigante, bem como a altura h de seu centro em relação ao solo, poderiam ser controlados pelo usuário por meio de controles deslizantes.

Modelagem Matemática também fez parte dos objetivos da oficina. Neste caso, foi também trabalhada a construção do gráfico de uma função, no plano cartesiano, que fornecesse a altura de uma determinada cabine da roda gigante (representada por um ponto fixo no círculo girante) em função do ângulo de giro θ da cabine, em radianos; sendo o ângulo nulo estabelecido com a cabine em sua posição mais baixa. Tratava-se, portanto, da construção de uma função do tipo $g(\theta) = a \cdot f(b\theta + c) + d$, sendo $f(\theta) = \cos(\theta)$. Os parâmetros a , b , c e d dependem, naturalmente, do raio r e da altura h do centro da roda gigante e foram trabalhados na oficina por meio de ajuste de parâmetros utilizando controles deslizantes. Comandos do GeoGebra também foram amplamente utilizados nesta oficina como, por exemplo, comandos para entrada de expressões analíticas de funções.

A Modelagem Matemática, enquanto estratégia de ensino, tem sido defendida e praticada por vários autores (BASSANEZI, 2009, GRAVINA; CONTIERO, 2011) e pode ser um caminho para despertar o interesse do aluno por conteúdos matemáticos, em todos os níveis de ensino. No caso dessa oficina, a característica dinâmica do GeoGebra permitiu não apenas a representação algébrica e gráfica do modelo matemático (a função trigonométrica com os parâmetros ajustados), mas também a simulação do movimento da roda gigante, simultaneamente à construção do gráfico.

Consideramos que é plenamente possível que os cursistas possam desenvolver a mesma construção com seus estudantes nas escolas de Ensino Médio, e houve alguns comentários deles a respeito disso neste encontro síncrono. Nesse sentido, esses professores estariam criando oportunidade para o desenvolvimento da terceira competência específica de Matemática e suas Tecnologias, presente na BNCC:

Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente. (BRASIL, 2018, p. 531)

Como tarefa proposta aos cursistas, foi sugerida uma construção análoga à da oficina, trocando o ângulo de giro θ pelo tempo t (supondo a roda gigante com velocidade angular constante). Também foi proposta uma atividade de modelagem matemática envolvendo alturas de marés de uma determinada região litorânea brasileira durante um certo período de tempo. Para esta atividade, além da construção da função trigonométrica mais adequada aos dados, os seus respectivos ajustes de parâmetros eram realizados com objetivo de minimizar o erro médio cometido ao substituir os dados reais pela função encontrada.

Aqui é importante destacar que duas das opções de tarefas (a construção da própria oficina e a construção das marés) foram aproveitadas para o desenvolvimento de uma parceria envolvendo um

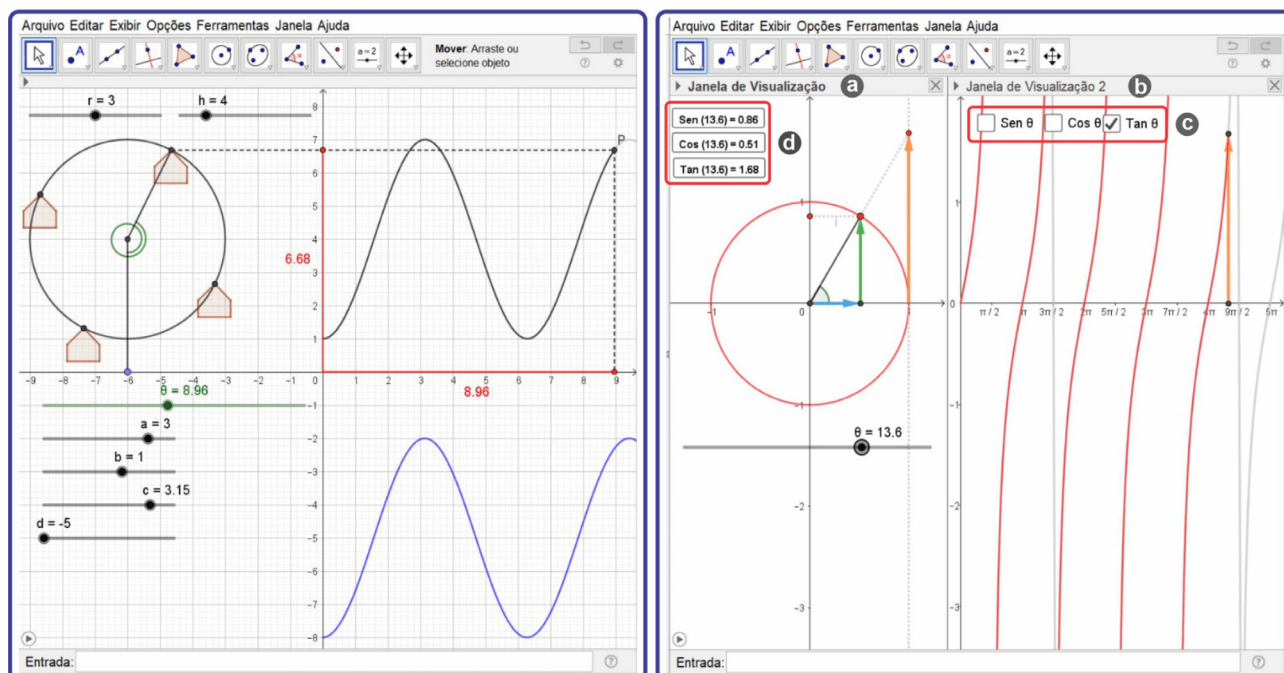
⁶ <https://www.geogebra.org/m/vyz8esyx>

projeto de iniciação científica no Ensino Médio, no qual dois alunos de escola pública na cidade de Monte Carmelo-MG desenvolveram as referidas construções e apresentaram em um evento acadêmico obtendo, inclusive, premiações. Essa experiência foi importante e significativa para todos os membros da equipe pois, além de dar visibilidade ao importante trabalho de extensão que foi desenvolvido, mostrou a possibilidade de alunos do Ensino Médio trabalharem “problemas práticos” no GeoGebra não apenas como manipuladores de construções já prontas, mas como construtores de conteúdo didático.

Na Figura 2, à esquerda, apresentamos uma das telas da construção final desta oficina.

Figura 2: À esquerda, a tela final da 3ª Oficina. À direita, a tela final da 4ª Oficina.

- (a) Janela de Visualização 1; (b) Janelas de Visualização 2;
(c) Caixas para exibir/esconder objetos; (d) Caixas de texto dinâmicas.



Fonte: dados do projeto.

4ª oficina. Dos Triângulos para o Círculo e do Círculo para as Funções - um pouco de trigonometria.⁷

Problema Proposto: Construir uma animação que permita movimentar o extremo de um arco no círculo trigonométrico com suas respectivas projeções nos eixos seno, cosseno e tangente. Construir animações para os respectivos gráficos dessas três funções.

Nesta oficina, assim como a anterior, tivemos como principal objetivo o trabalho com funções e trigonometria. Optamos por abordar o assunto “trigonometria” em duas oficinas devido à dificuldade que os alunos de Ensino Médio geralmente possuem para fazer a passagem das razões trigonométricas em triângulos retângulos para o círculo trigonométrico; e, em seguida, fazer a passagem do círculo para os gráficos cartesianos das funções trigonométricas. Cabe ressaltar que esta dificuldade de aprendizagem não é apenas de alunos, mas também de professores, que, por vezes, têm dificuldades para ensinar tais conteúdos.

⁷ <https://www.geogebra.org/m/m24snznc>

A ideia, nesta oficina, foi criar construções dinâmicas nas quais o usuário pudesse relacionar, manipular e entender as três razões trigonométricas básicas em triângulos retângulos inseridos no círculo trigonométrico e, a partir deste círculo, entender como os gráficos das funções seno, cosseno e tangente são construídos no plano cartesiano.

Uma das novidades desta oficina foi a utilização de duas Janelas de Visualização simultâneas, uma para a construção do círculo trigonométrico (Figura 2, letra a) e outra para a construção dos gráficos (Figura 2, letra b). Ambas as janelas estavam, naturalmente, vinculadas do ponto de vista dinâmico, ou seja, à medida que um ponto se movimentava no círculo trigonométrico de uma janela, o gráfico de uma das funções trigonométricas era construído simultaneamente na outra janela.

Novas funcionalidades do GeoGebra foram introduzidas nesta oficina como, por exemplo, o uso de caixas para mostrar ou ocultar os gráficos das funções (Figura 2, letra c); além de caixas de textos dinâmicos que mostram os valores do seno, cosseno e tangente de determinado ângulo (Figura 2, letra d).

Na Figura 2, à direita, apresentamos uma das telas da construção final desta oficina.

Como tarefas propostas aos cursistas, além da construção da própria oficina, foram sugeridas construções similares envolvendo as funções trigonométricas secante, cossecante e cotangente, tanto com projeções padrão, quanto com outros tipos de projeções (figuras ilustrativas foram fornecidas).

A depender do uso que o professor faz do GeoGebra para propor/resolver um problema, é possível, por exemplo, a exploração de mais de um registro de representação de um dado conceito matemático, a análise das representações utilizadas pelos estudantes e a compreensão do modo como eles interpretaram e raciocinaram para resolvê-lo. Neste sentido, a quarta competência específica de Matemática e suas Tecnologias, apresentada na BNCC, destaca que deve-se garantir que os estudantes sejam capazes de:

Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas. (BRASIL, 2018, p. 540)

Relacionadas a esta competência, são indicadas sete habilidades a serem alcançadas nesta etapa, sendo que as três primeiras estão associadas à conversão de representações algébricas de funções polinomiais de 1º e 2º grau e funções exponencial e logarítmica. Com esta proposta de oficina identificamos a falta de uma habilidade nesta competência, similar às três primeiras, para contemplar especificamente o estudo de funções trigonométricas.

Apresentamos uma proposta de formulação que julgamos necessária, devido a sua importância, para ser discutida e acrescentada na BNCC: “Analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções trigonométricas expressas em tabelas, no círculo trigonométrico e em plano cartesiano, para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, período, amplitude, crescimento) de cada função”.

5ª oficina. **Funções com Arte - a escolha dos parâmetros adequados.**⁸

Problema proposto: Construir uma animação do gráfico da função $g(x)=a.f(bx+c)+d$, sendo a expressão de $f(x)$ dada pelo usuário. A construção deve permitir a variação dos parâmetros a , b , c e

⁸ <https://www.geogebra.org/m/vegxea7j>

d por meio de controles deslizantes. Também devem ser criados controles para o domínio da função $f(x)$ e para a velocidade de animação. Deve-se trabalhar com recursos de botões e textos dinâmicos fracionários para representar abscissas e ordenadas.

O principal objetivo desta oficina foi a introdução de rotinas de comandos GeoGebra (chamadas de *scripts*) que podem ser inseridas em botões. Trata-se de um recurso muito interessante do GeoGebra que visa otimizar o uso da Janela de Visualização, principalmente quando precisamos trabalhar com muitos objetos na tela, mas que não precisam ficar ativos e visíveis todos ao mesmo tempo.

O uso de *scripts* pode ser bastante elaborado, uma vez que os diversos comandos nem sempre são evidentes, embora o GeoGebra traga um pequeno *help* de cada comando em sua própria instalação. Nesta oficina vimos apenas alguns *scripts* muito básicos e curtos como, por exemplo, alternar visualização de objetos na tela e ajustar valores em controles deslizantes automaticamente.

Eis um pequeno exemplo de *script* vinculado a um botão que inicia a animação de um gráfico de função de tal modo que, ao ser clicado, este botão é ocultado para dar lugar a um outro que para a animação:

$$\begin{aligned} & \text{IniciarAnimação}(p, \text{true}) \\ & \text{DefinirVisibilidade}(bt1, 1, \text{false}) \\ & \text{DefinirVisibilidade}(bt2, 1, \text{true}) \end{aligned}$$

Na sintaxe acima, p é um controle deslizante, $bt1$ é o botão “Começar a animação” (Figura 3, letra a) e $bt2$ é o botão “Parar a animação”.

Dessa forma, o professor pode programar comandos como esses para organizar o *layout* da construção que pretende usar para explanações em sala ou para utilização por seus estudantes. Clicando nos botões programados previamente, uma sequência de comandos será executada e haverá mais agilidade para manipulação ou visualização dos objetos, podendo-se inclusive esconder a Janela de Álgebra, o que deixaria a tela mais “limpa”.

Uma das novidades desta oficina foi a possibilidade do usuário entrar com a expressão da função $f(x)$ por meio do Campo de Entrada (Figura 3, letra b), além de poder controlar o domínio de $f(x)$ e a velocidade de animação do gráfico de $g(x)$. Outra novidade bastante interessante, e útil, foi a introdução de texto dinâmico que permite a conversão de números em formato decimal para formato fracionário (Figura 3, letra c), por meio do comando GeoGebra “*FraçãoEmTexto(m)*”, sendo m um número dado em formato decimal.

Mesmo que simplificado, o uso de *scripts* nesta oficina ampliou as possibilidades de se trabalhar com a linguagem de programação do GeoGebra, introduzida na segunda oficina, com os comandos digitados um a um, no Campo de Entrada. Logo, esse recurso possibilita o desenvolvimento da quarta competência específica da BNCC, já citada na oficina anterior, por conta da representação computacional.

Quanto às tarefas, foi sugerido que os cursistas fizessem uma construção geométrica análoga à da oficina. Além disso, uma construção geométrica pronta⁹, com *scripts* que permitiam fazer variação de parâmetros de várias funções distintas ao mesmo tempo, foi disponibilizada para que os cursistas pudessem aprender um pouco mais sobre esses *scripts* e suas potencialidades. Neste arquivo os cursistas deveriam ajustar os diversos gráficos de funções aos contornos de uma imagem em formato de um rosto humano estilizado.

⁹ <https://www.geogebra.org/m/fdkc3t5v>

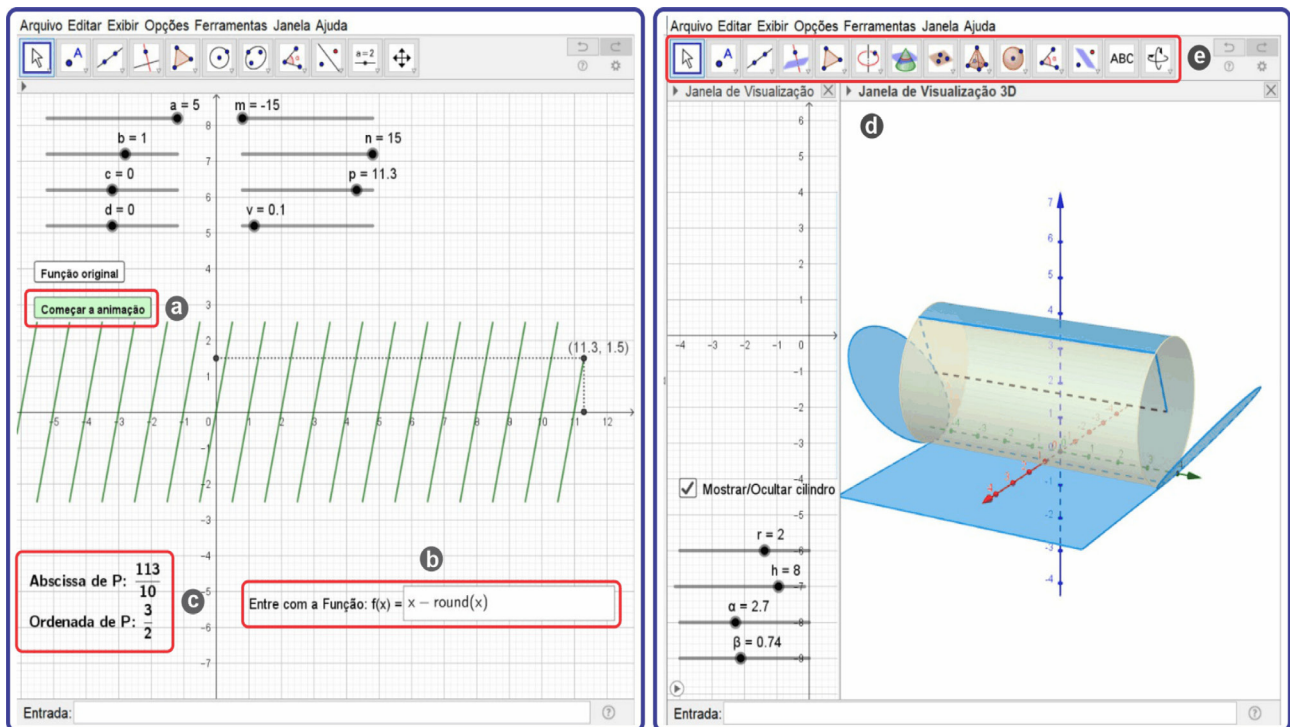
Na Figura 3, à esquerda, apresentamos uma das telas da construção final desta oficina.

Figura 3: À esquerda, a tela final da 5ª Oficina. À direita, a tela final da 6ª Oficina.

(a) Botão com script embutido; (b) Campo de Entrada para funções;

(c) Texto dinâmico para formato fracionário;

(d) Janela de Visualização 3D; (e) Barra de Ferramentas 3D.



Fonte: dados do projeto.

6ª oficina. **Planificação de Sólidos - brincando de desmontar.**¹⁰

Problema proposto: No ambiente tridimensional do GeoGebra, construir uma animação que realize uma planificação de um cilindro circular reto, tanto da superfície lateral, quanto das bases. O cilindro deverá estar na posição horizontal, sobre o plano cartesiano xy . Raio e altura também deverão ser arbitrados pelo usuário por meio de controles deslizantes.

Esta oficina, e também a próxima, teve por principal objetivo apresentar os recursos do GeoGebra para estudo de objetos no espaço tridimensional uma vez que, até este momento, apenas havíamos utilizado as janelas bidimensionais.

A construção proposta deveria representar o rolamento de um cilindro na posição horizontal, ao mesmo tempo que sua superfície lateral se desenrolasse em um retângulo. Além disso, as duas bases circulares também deveriam movimentar-se da posição vertical para a posição horizontal. Obviamente todos esses movimentos poderiam ser controlados pelo usuário.

Em termos de introdução de novas funcionalidades, além da Janela de Visualização 3D (Figura 3, letra d) e da correspondente barra de ferramentas padrão do GeoGebra (Figura 3, letra e), comandos para girar objetos e construir superfícies de revolução foram introduzidos como, por exemplo:

¹⁰ <https://www.geogebra.org/m/bzybqs44>

$$\text{Girar}(a,\alpha,r)$$

$$\text{Superfície}(c,\alpha,r)$$

Na sintaxe acima, no primeiro comando, a é o objeto que será girado de um ângulo α em torno da reta r , enquanto que, no segundo comando, c é a curva que será girada de um ângulo α em torno da reta r de tal modo a gerar uma superfície de revolução. Aqui é importante destacar que o comando “Girar” já foi apresentado na 2ª Oficina para girar vértices de um triângulo em torno de um ponto no ambiente bidimensional. Entretanto, este comando é mais geral: ele permite girar qualquer objeto no ambiente tridimensional em torno de uma reta e, em particular, girar um segmento no espaço, conforme foi trabalhado nesta oficina. Outro detalhe importante a ser destacado é a diferença entre os comandos $\text{Girar}(a,\alpha,r)$ e $\text{Superfície}(c,\alpha,r)$, que parecem ser equivalentes, uma vez que a superfície gerada por este último comando é uma superfície de revolução. O comando de giro apenas desloca o objeto por meio de uma rotação, colocando-o em uma nova posição no espaço, enquanto que o segundo comando cria uma superfície de revolução à medida em que a curva c vai sendo girada no espaço.

Além disso, esta oficina também exigiu explorar os conceitos e relações métricas relativos aos cilindros de revolução. Algo que muitas vezes é visto de forma bastante superficial no Ensino Médio. Pesquisadores da área revelam preocupação com o ensino de Geometria e defendem a necessidade de se desenvolver o pensamento geométrico. Para isso, apontam a visualização como um elemento crucial.

Os diferentes tipos de visualização que os estudantes necessitam, tanto em contextos matemáticos, quanto em outros, dizem respeito à capacidade de criar, manipular e ler imagens mentais; de visualizar informação espacial e quantitativa e interpretar visualmente informação que lhe seja apresentada; de rever e analisar situações anteriores com objetos manipuláveis. (PASSOS; NACARATO, 2014, p. 1154)

Essas autoras argumentam que a dificuldade dos alunos em imaginar uma representação tridimensional, a partir de uma planificação pronta, entregue pelo professor, pode estar em não conseguirem identificar os elementos constitutivos desses objetos. Sendo assim, a construção realizada durante a sexta oficina vai no sentido oposto, pois possibilita a manipulação, mesmo que virtual, de diversos elementos que compõem o cilindro, nas mais diversas posições, e também possibilita enxergar a representação planificada bidimensional.

Como tarefa proposta, além da construção da própria oficina, sugerimos a construção geométrica dinâmica da planificação de um cone circular reto¹¹, no qual o raio e a altura também pudessem ser controlados pelo usuário. Esta tarefa foi uma das mais desafiadoras dentre as tarefas das oficinas, visto que, além de trabalhar com diversos comandos GeoGebra, uma boa base matemática das propriedades envolvendo cones de revolução era exigida.

Na Figura 3, à direita, apresentamos uma das telas da construção final desta oficina.

7ª oficina. **O Princípio de Cavalieri - comparando áreas e deduzindo volumes.**¹²

Problema proposto: *Construir uma animação comparativa de áreas de fatiamentos da esfera e da anticlépsidra (cilindro menos dois cones opostos pelo vértice) e concluir a igualdade de volumes pelo Princípio de Cavalieri.*

¹¹ <https://www.geogebra.org/m/rpug2jtf>

¹² <https://www.geogebra.org/m/ntrw7xph>

Esta oficina, assim como a anterior, teve por principal objetivo apresentar os recursos do GeoGebra para estudo de objetos no espaço tridimensional. A proposta aqui foi fazer uma construção dinâmica que ilustrasse a clássica demonstração da fórmula do volume da esfera utilizando o Princípio de Cavalieri, cujo enunciado é:

“Sejam F e G dois sólidos no espaço e α um plano. Se todo plano paralelo a α determina nos sólidos secções de mesma área, então F e G possuem o mesmo volume.”

Os dois sólidos envolvidos eram uma esfera de raio r e uma anticlépsidra de raio $2r$ e altura $2r$. A anticlépsidra pode ser pensada como sendo um cilindro de revolução menos dois cones de revolução, opostos pelo vértice, em seu interior (ver o sólido em amarelo e laranja, na Figura 4). O raio r podia ser alterado por meio de um controle deslizante.

A construção deveria ilustrar um plano dinâmico, movimentado por meio um controle deslizante, que seccionasse, ou “fatiasse”, os dois sólidos de tal modo que as intersecções pudessem ser vistas com clareza e suas áreas, que são iguais, pudessem ser comparadas. Naturalmente que, neste caso, para se fazer a dedução do volume da esfera, o pré-requisito é conhecer os volumes do cilindro e dos dois cones, uma vez que o Princípio de Cavalieri é sempre empregado para deduzir o volume desconhecido de um sólido a partir do volume conhecido de outro sólido.

Em termos de introdução de novas funcionalidades do GeoGebra, alguns comandos de superfícies parametrizadas para poder ilustrar as secções, ou “fatias”, dinâmicas foram apresentados como, por exemplo:

$$\text{Superfície}(u*\cos(v),p+u*\sen(v),k,u,abs(k),r,v,0,2\pi)$$

Na sintaxe acima, as três primeiras entradas são expressões para as coordenadas x , y e z dos pontos da superfície no sistema cartesiano. Neste caso, os parâmetros variáveis são u e v , enquanto que p e k são constantes previamente definidas. As três próximas entradas indicam o intervalo de variação do parâmetro u ; enquanto que as três últimas entradas indicam o intervalo de variação de v . Por fim, o comando $abs(k)$ indica valor absoluto, ou módulo, do número k . No caso dessa construção ser utilizada em aulas e, a depender do nível dos alunos, a teoria e o comando GeoGebra por trás das superfícies parametrizadas não precisam ser trabalhados. Entretanto, cremos que o professor deva estar familiarizado com tal teoria, pressupondo que ele deva sempre saber além daquilo que está ensinando.

Além disso, esta oficina também exigiu explorar os conceitos e relações métricas relativos aos cilindros e cones de revolução além, é claro, da esfera. Mais uma vez, esse tipo de abordagem, com uma dedução visual utilizando algum recurso computacional, é algo bastante raro de ser visto no Ensino Médio.

Assim como na oficina anterior, a sétima oficina também enfatizou a importância da visualização para a aprendizagem. Além disso, compreendeu o desenvolvimento da quinta competência específica de Matemática e suas Tecnologias, já citada anteriormente.

Desta forma, como uma das tarefas propostas, além da construção da própria oficina, foi sugerida uma construção dinâmica com a dedução do volume da esfera de raio r a partir de uma pirâmide reta de base retangular¹³, de dimensões r por $2r$ e altura $2\pi r$, sendo que o usuário pudesse controlar o raio r . Esta tarefa foi muito interessante, uma vez que, geralmente, a dedução do volume da esfera

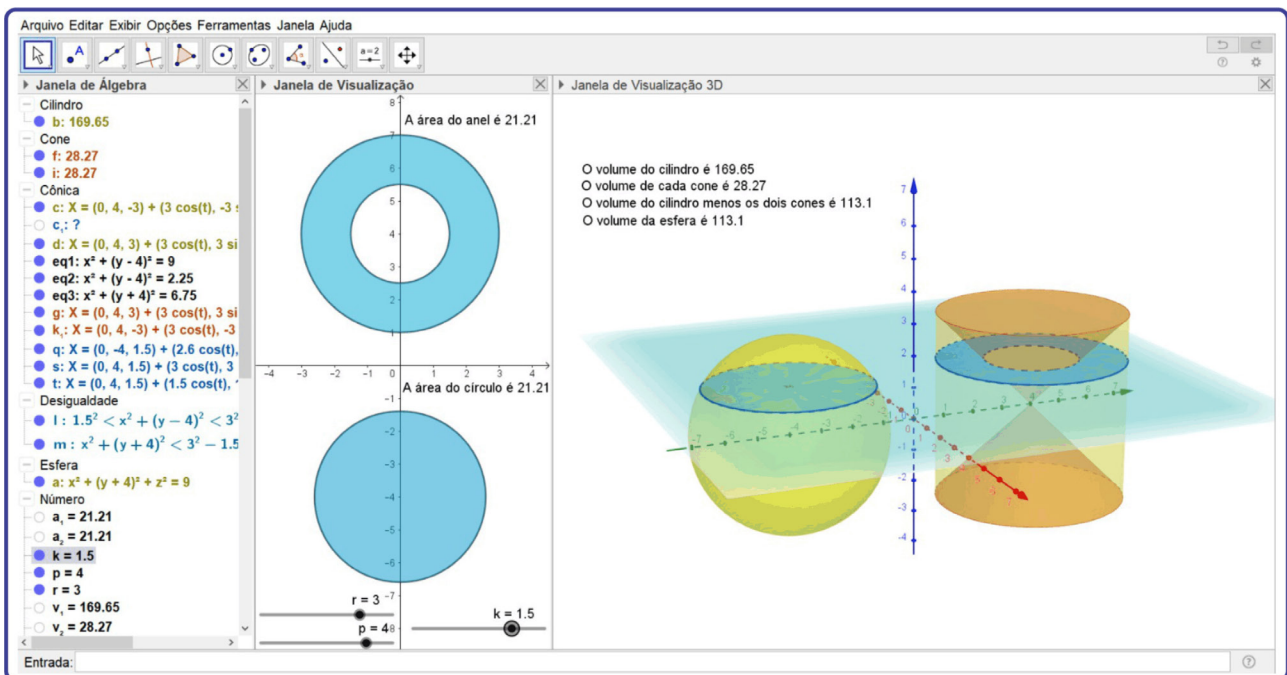
¹³ <https://www.geogebra.org/m/c36b4aep>

pele Princípio de Cavalieri envolve “sólidos de faces curvadas” como cilindros e cones, e não sólidos de faces planas, como pirâmides.

Por fim, é importante registrar que, nas tarefas desta oficina, uma boa base matemática das propriedades envolvendo áreas e volumes de figuras básicas da Geometria Euclidiana Espacial era exigida e, portanto, tratava-se de uma ótima oportunidade de aprender matemática com recursos computacionais.

Na Figura 4, apresentamos uma das telas da construção final desta oficina.

Figura 4: A tela final da 7ª Oficina.



Fonte: dados do projeto.

8ª oficina. A Plataforma do GeoGebra.org - explorando recursos para uso em sala de aula.¹⁴

Problema proposto: Elaborar uma construção com o gráfico da função $f(x) = (x + 1)(x - 2)(x - a)$, onde a será um controle deslizante. Criar uma atividade baseada nesta construção na plataforma www.geogebra.org, com cinco questões a serem respondidas pelos estudantes.

Por fim, a oitava oficina teve por objetivo introduzir alguns recursos da plataforma GeoGebra.org, para criação e armazenamento de uma atividade na conta pessoal de cada participante, e também simular a utilização “ao vivo” da atividade criada, por meio do GeoGebra Classroom. Para isso, foi solicitado antecipadamente que cada participante criasse uma conta pessoal na plataforma.

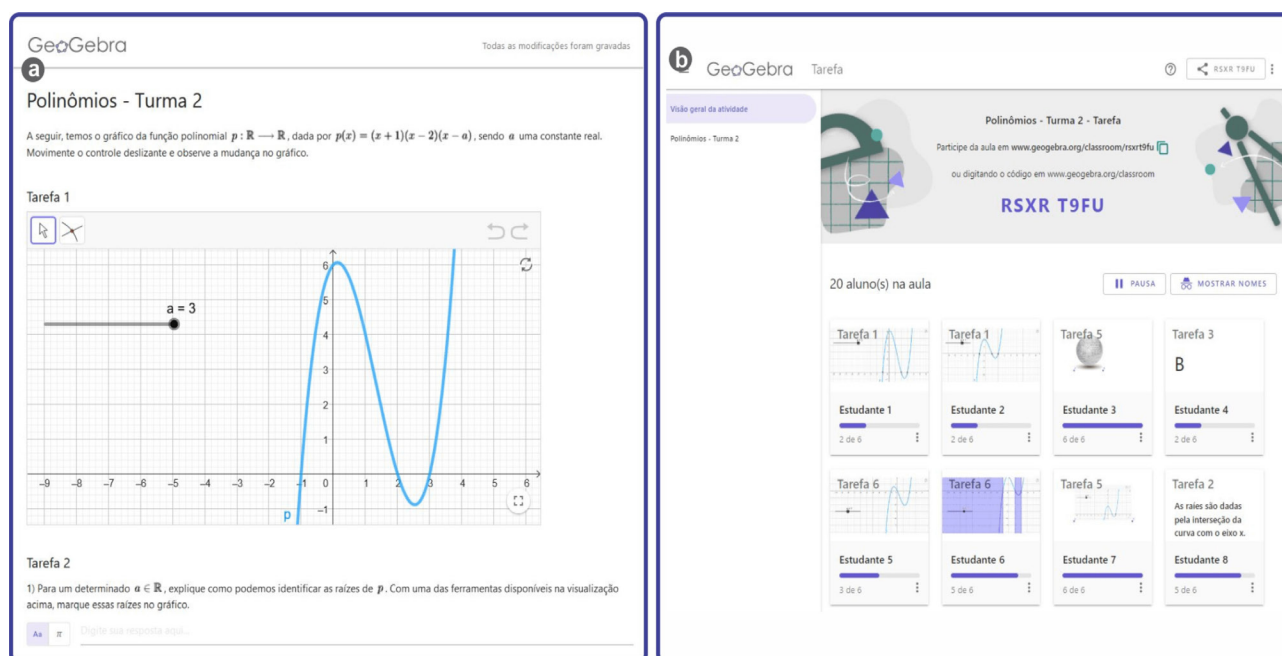
Na fase inicial da oficina, todos fizeram, e salvaram em seus dispositivos, uma construção que apresenta o gráfico de uma função polinomial de 3º grau, com três raízes reais, sendo uma delas determinada por um controle deslizante a . A partir daí, foi apresentada a plataforma GeoGebra.org e foi explicado como armazenar na conta pessoal a construção feita, onde o sistema a classifica como “atividade”. Em termos de visibilidade, essa atividade pode ser configurada como pública, compartilhada com *link* ou particular.

¹⁴ <https://www.geogebra.org/m/rj45wzh9>

Para tornar a atividade interativa, de forma que o professor pudesse utilizá-la com seus estudantes durante uma aula, ou como tarefa proposta a eles, partimos então para a elaboração de um enunciado, com instruções para manipulação da construção, e com questões relacionadas a ela. Foram elaboradas cinco questões, entre abertas e de múltipla escolha, buscando apresentar dicas para edição dos textos matemáticos.

Na fase final da oficina, foi feita a simulação “ao vivo” com os cursistas, momento no qual todos entraram na atividade no papel de estudantes, enquanto a ministrante fazia o papel de professora da turma, trabalhando uma aula sobre polinômios. Para isso, mostramos como a professora cria uma “Tarefa” (ou *Class*), por meio do recurso GeoGebra Classroom, para poder fazer o acompanhamento em tempo real do progresso dos estudantes. Na Figura 5, à esquerda é apresentada a tela do aluno visualizando a Tarefa, enquanto que à direita vemos a tela da professora, visualizando o painel geral dos estudantes.

Figura 5: À esquerda, a tela do aluno na 8ª Oficina. À direita, a tela da professora.



Fonte: dados do projeto.

Foi possível refletir sobre as possibilidades de se trabalhar com atividades como esta nas aulas presenciais, com os estudantes acessando a atividade por meio de seus celulares, ao invés de se recorrer a um laboratório de informática. Faria, Romanello e Domingues (2018, p. 118) alertam para a necessidade de cuidado na adaptação, ou na criação de nova atividade, a uma tecnologia mais recente. Com os celulares, apontaram que o professor deve ficar atento “[...] ao ganho qualitativo que essa nova mídia permite em termos de interação e reflexão”. Nesse sentido, durante a elaboração da atividade, houve a preocupação de se detalhar os ajustes necessários nas configurações para uso em celulares ou em *desktops*.

Quanto às tarefas, foi sugerido que cada cursista elaborasse uma atividade análoga à da oficina em sua conta na plataforma Geogebra.org e compartilhasse o *link* no Moodle. Além disso, buscando estimular a utilização de atividades dessa natureza nas salas de aula desses professores, foi proposto que elaborassem uma atividade na plataforma, com tema livre.

Considerações finais

As atividades de extensão que qualificam estudantes e professores para a utilização eficiente do GeoGebra têm se mostrado, indiscutivelmente, muito úteis para o ensino e o aprendizado de conteúdos matemáticos e, por isso, são muito requisitadas. A demanda por esse tipo de qualificação é realmente alta, e pudemos constatar essa demanda no projeto “Resolução de Problemas com o GeoGebra” aqui discutido.

Ao final de cada ciclo de oficinas foi disponibilizado um formulário de avaliação aos cursistas, por meio do qual pudemos ter uma ideia do impacto social que tal projeto proporcionou e que irá ainda proporcionar. Aqueles que participaram das oficinas são unânimes em afirmar que passaram a dominar melhor o aplicativo GeoGebra e que estão utilizando-o para melhorar suas aulas ou estudos. Ressaltamos que todas as construções apresentadas neste artigo podem ser utilizadas pelos professores no ensino de conteúdos específicos ou podem ser adaptadas como tarefas ou atividades de estudo para os alunos, contemplando as mesmas competências e habilidades previstas na BNCC.

É claro que esse impacto social direto se desdobra em um impacto indireto muito extenso, pois todos os alunos desses professores passarão a usufruir dos benefícios dessa ferramenta computacional. É possível que vários desses alunos passem a utilizar o GeoGebra de forma regular em seus estudos. Também não podemos deixar de pontuar que os vídeos das oficinas (disponibilizados no Moodle), bem como os arquivos GeoGebra das atividades (disponibilizados na plataforma do GeoGebra.org), constituem materiais de divulgação e aprendizagem acessíveis a muitos outros professores e interessados, muito além daqueles que participaram deste projeto.

Por fim, devemos mencionar o impacto social proveniente da qualificação dos licenciandos bolsistas e voluntários que participaram da equipe deste projeto. Além da participação no planejamento e na realização dos dois ciclos de oficinas, houve espaço para leituras, elaboração escrita e apresentação oral em evento acadêmico da universidade. Essas atividades contribuíram com a formação dos bolsistas, como futuros professores de Matemática, na medida em que eles puderam participar de um trabalho colaborativo, desenvolvendo a comunicação interpessoal, o gerenciamento e organização de tarefas semanais e ampliando sua visão geral para desenvolvimento de um projeto de extensão, desde a etapa inicial de concepção, passando pela administração do mesmo, até seu fechamento. Além disso, eles puderam refletir, com base nas leituras realizadas e na vivência de ministrar uma das oficinas, sobre os limites e as potencialidades do uso do GeoGebra pelo professor de Matemática.

Esta experiência evidenciou que ainda há muitas demandas de capacitação de professores e futuros professores de Matemática para manipulação do *software* e para a utilização da plataforma do GeoGebra na resolução de problemas, sobretudo para o Ensino Fundamental e Ensino Superior. Evidenciou, também, que existem muitas outras questões para refletirmos sobre a utilização de TDIC, dada a premente necessidade do domínio da ferramenta computacional, uma vez que as recentes reformas educacionais do Ensino Básico apontam claramente para o uso dos recursos de informática – cada vez mais acessíveis a qualquer pessoa – nos processos educacionais. Por isso, recomendamos fortemente a continuidade de estudos dessa temática e esperamos que tais projetos venham a se tornar rotineiros no âmbito das universidades brasileiras.

Neste sentido, não podemos deixar de destacar que 10% da carga horária dos currículos dos cursos de graduação das universidades brasileiras deverão contemplar atividades de extensão. Os Projetos Pedagógicos de Curso estão em fase de aprovação; e a experiência proporcionada pelo curso de extensão em GeoGebra que relatamos certamente será uma contribuição de alta qualidade para essa nova realidade nos cursos de Licenciaturas e Bacharelados em Matemática.

Agradecimentos

Agradecemos à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFU pelo apoio e bolsas concedidas.

Referências

- ALMEIDA, M. E. B. Formação de professores para a era da informação e das tecnologias digitais. In: 72ª Reunião Anual da SBPC: Ciência, Educação e Desenvolvimento Sustentável para o Século XXI, 2020, Natal. *Anais [...]*. Natal: UFRN, 2020, p.1-15.
- BARCELOS, G. T.; BATISTA, S. C. F. Tecnologias Digitais na Matemática: tecendo considerações. In: PEIXOTO, G. T. B.; BATISTA, S. C. F.; AZEVEDO, B. F. T.; MANSUR, A. F. U. *Tecnologias Digitais na Educação: Pesquisas e Práticas Pedagógicas*. Campos dos Goytacazes, RJ: Essentia, 2015. p. 132-157.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2009.
- BORTOLOSSI, H. J. O uso do *software* gratuito Geogebra no ensino e na aprendizagem de estatística e probabilidade. *Revista Vidya*. Santa Maria, RS, v. 36, n. 2, p. 429-440, jul./dez. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- FARIA, R. W. S. C.; ROMANELLO, L. A.; DOMINGUES, N. S. Fases das tecnologias digitais na exploração matemática em sala de aula: das calculadoras gráficas aos celulares inteligentes. *Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática*. Belém, v.14, n. 30, p. 105-122, jan./jul. 2018.
- GRAVINA, M. A.; CONTIERO, L. de O. Modelagem com o Geogebra: uma possibilidade para a educação interdisciplinar? In: *Revista Novas Tecnologias na Educação*. Porto Alegre, v. 9, n. 1, jul 2011. p. 1-10.
- KENSKI, V. M. Reflexões e indagações sobre a sociedade digital e a formação de um novo profissional / professor. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*. Cáceres, v. 3, n. 2, p. 99-107, 2004.
- MORAN, J. M. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. *Revista Diálogo Educacional*. Curitiba, v. 4, n. 12, p. 245-253, 2004.
- PASSOS, C. L. B.; NACARATO, A. M. O ensino de geometria no ciclo de alfabetização: um olhar a partir da provinha Brasil. *Educação Matemática Pesquisa*. São Paulo, v. 16, n. 4, p. 1147-1168, 2014.
- VALENTE, J. A. Inovação nos processos de ensino e de aprendizagem: o papel das tecnologias digitais. In: VALENTE, J. A.; FREIRE, F. M. P.; ARANTES, F. L. (org.). *Tecnologia e educação: passado, presente e o que está por vir*. Campinas: NIED/UNICAMP, p. 17-41, 2018.