



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS NA ENGENHARIA: O USO DO
GEOGEBRA PARA O ENSINO DE FLEXÃO EM ESTRUTURAS**

Gutemberg Torquato dos Santos

Lajeado, janeiro de 2021

Gutemberg Torquato dos Santos

**RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS NA ENGENHARIA: O USO DO
GEOGEBRA PARA O ENSINO DE FLEXÃO EM ESTRUTURAS**

Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientadora: Prof. Dra. Miriam Ines Marchi

Coorientador: Prof. Dr. Italo Gabriel Neide

Lajeado, janeiro de 2021

O USO DO GEOGEBRA PARA O ENSINO DE FLEXÃO EM ESTRUTURAS: RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS NA ENGENHARIA

A Banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Exatas, na área de Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas:

Prof. Dra. Miriam Ines Marchi - Orientadora
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide - Coorientador
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Dra. Betina Hansen
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Dr. Odorico Konrad
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Lajeado, janeiro de 2021

*Dedico este trabalho à minha esposa
Raina, ao meu filho Gabriel, aos meus
pais, Maria Clara e Guilherme
Torquato, aos meus irmãos, Gleidson,
Gláucio e Naiane, que sempre me
apoiaram em todos os meus projetos
e desafios.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pela saúde e por tudo. Aos meus orientadores, Dra. Miriam Ines Marchi e Dr. Italo Gabriel Neide, pela ímpar contribuição no projeto de pesquisa que se transformou nesta dissertação. Aos professores do Programa de Mestrado de Ciências Exatas da Univates, que me ajudaram a construir este trabalho. Cada aula, cada fala, cada momento foi crucial no desenvolvimento e no aprendizado sempre contínuo, principalmente, ao relacioná-lo sempre com a prática docente.

Aos meus familiares e amigos, que, direta ou indiretamente, contribuíram com a realização deste trabalho. Aos colegas de trabalho, em especial ao gerente Silvio Leite e ao Diretor Wellington Moura que me incentivaram e me apoiaram. Enfim, a todos aqueles que me ajudaram de alguma forma na realização deste modesto trabalho.

RESUMO

Diante dos resultados poucos satisfatórios de turmas do curso de engenharia, mais especificamente na disciplina de Resistência dos Materiais, numa faculdade privada, suscitaram esta proposta de pesquisa, que consistiu em investigar se a utilização de um recurso tecnológico contribui no ensino de flexões de estruturas, desenvolvendo uma prática pedagógica sequencial. Além disso, objetivou identificar os conhecimentos prévios dos alunos participantes da pesquisa, em relação a conteúdos que são requisitos da disciplina. O método escolhido para realizar o estudo foi qualitativo, por meio da descrição detalhada das etapas. Os dados foram obtidos basicamente de formulários semiestruturados e de vídeos com a gravação dos encontros, que ocorreram de forma *on-line*, devido à pandemia ocasionada pela COVID-19. A pesquisa restringiu-se ao uso do GeoGebra no ensino das influências de cargas externas em estruturas, especificamente, a flexão. Foi proposta uma situação-problema que solicitava a análise de uma viga numa construção, após ser submetida a carregamentos externos. Na proposta didática, foi utilizada uma viga; contudo, pode ser também desenvolvido e analisado em qualquer outro elemento estrutural. A investigação apresentou resultados satisfatórios, sendo os objetivos previstos alcançados, principalmente, na percepção dos alunos participantes que classificaram o recurso como um agente facilitador na resolução do problema. Apesar de algumas dificuldades pontuais ante a novidade, os alunos conseguiram realizar as atividades propostas. Ao final da intervenção, os resultados foram analisados, ficando evidenciado que o uso do GeoGebra no ensino de flexões proporciona uma visualização gráfica dos diagramas, o que simplifica a análise. Também facilitou na obtenção de valores pontuais, sem a necessidade de cálculos manuais, o que agilizou a resolução. Além disso, permitiu uma interatividade contínua entre os estudantes e o estudo, com o professor.

Palavras-chave: Ensino de engenharia. Resistência dos Materiais. Tecnologias no ensino. GeoGebra.

ABSTRACT

In view of the unsatisfactory results of classes in the engineering course, more specifically in the discipline of Strength of Materials, at a private college, they raised this research proposal, which consisted of investigating whether the use of a technological resource contributes to the teaching of structural flexions, developing a sequential pedagogical practice. In addition, it aimed to identify the previous knowledge of students participating in the research, in relation to content that are requirements of the discipline. The method chosen to carry out the study was qualitative, through the detailed description of the steps. The data were basically obtained from semi-structured forms and videos with the recording of the meetings, which took place online, due to the pandemic caused by COVID-19. The research was restricted to the use of GeoGebra in teaching the influence of external loads on structures, specifically, flexion. A problem situation was proposed that required the analysis of a beam in a construction, after being subjected to external loads. In the didactic proposal, a beam was used; however, it can also be developed and analyzed in any other structural element. The investigation showed satisfactory results, with the predicted objectives being achieved, mainly, in the perception of the participating students who classified the resource as a facilitating agent in solving the problem. Despite some occasional difficulties in view of the novelty, the students were able to carry out the proposed activities. At the end of the intervention, the results were analyzed, showing that the use of GeoGebra in the teaching of push-ups provides a graphical visualization of the diagrams, which simplifies the analysis. It also made it easier to obtain point values, without the need for manual calculations, which speeded up the resolution. In addition, it allowed continuous interactivity between students and the study, with the teacher.

Keywords: Engineering teaching. Strength of materials. Technologies in teaching. GeoGebra.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	6
SUMÁRIO	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	10
1 INTRODUÇÃO	12
1.1. Tema	15
1.2. Problema de Pesquisa	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo Geral	16
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. Justificativa	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1. A tecnologia	20
2.2. Tecnologia no Ensino	24
2.3. Software GeoGebra	27
2.4. Resistência dos Materiais, flexão de vigas	31
2.5. Estudos Anteriores	34
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
3.1. Características da Pesquisa	41
3.2. Local da Pesquisa	42
3.3. Participantes da pesquisa	43
3.4. Intervenção Pedagógica	44
3.5. Instrumentos de coletas de dados	54
4 RESULTADOS OBTIDOS	57

4.1. Contextualização Inicial	58
4.2. Descrição da prática pedagógica	65
4.3. Fechamento da intervenção pedagógica	83
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A	97
APÊNDICE B	98
APÊNDICE C	100
APÊNDICE D	102
APÊNDICE E	103
APÊNDICE F	105
APÊNDICE G	106

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Janela do software GeoGebra (online)	28
Figura 2 – Materiais Didáticos disponíveis na plataforma on-line do GeoGebra	30
Figura 3 – Ilustração de uma viga flexionando.	32
Figura 4 – Ilustração da situação problema proposta.	51
Figura 5 – Representação ilustrativa dos valores calculados.	52
Figura 6 – Diagrama do momento fletor no GeoGebra.	53
Figura 7 – Cálculo da derivada utilizando o GeoGebra.	53
Figura 8 – Questão 2 do Formulário Inicial	60
Figura 9 – Questões 4 e 5 do Formulário Inicial	62
Figura 10 – Questão 8 do Formulário Inicial	63
Figura 11 – Print com resultado de exercícios realizado pelo estudante E7	68
Figura 12 – Tela do estudante E11 para tirar dúvida	70
Figura 13 – Atividade após as devidas orientações	70
Figura 14 – Correção dos cálculos de um dos alunos (E4)	73
Figura 15 – Aluno E10 compartilhando sua tela para tirar dúvidas	75
Figura 16 – Tela do computador do aluno E10 compartilhada	75
Figura 17 – Diagrama traçado corretamente após as instruções	76
Figura 18 – Resolução do estudante E3 após as orientações	77
Figura 19 – Tela compartilhada do aluno E11	78
Figura 20 – Diagrama do estudante E11 após as devidas orientações	79
Figura 21 – Compartilhamento da tela do celular	79
Figura 22 – Tela do aluno E9 indicava “indefinido” no campo das funções	80

Figura 23 – Solução do E9 após orientações	80
Figura 24 – Tela do estudante E14	81
Figura 25 – Idem ilustração anterior	82
Figura 26 – Diagrama/curva após as orientações	82
Figura 27 – Comentários de alunos pelo Classroom após utilizar o GeoGebra	85
Figura 28 – Comentário de E3	86
Figura 29 – Comentário de E11	86
Figura 30 – Comentário de E6	87
Figura 31 – Comentário de estudante anônimo	87

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Roda de Falkirk, Escócia	31
-------------------------------------	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tempo de uso diário da internet	61
Gráfico 2 - Resposta da questão 4 do Formulário Inicial	62
Gráfico 3 - Resposta da questão 5 do Formulário Inicial	63
Gráfico 4 – Formas de comunicação na Faculdade, no Trabalho e na Família	64
Gráfico 5 – Questão 7 sobre o GeoGebra do Formulário Inicial	64
Gráfico 7 – Contribuição para solução da situação problema proposta	84
Gráfico 8 – Classificação da experiência utilizando o GeoGebra	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	34
Quadro 2 - Artigos do COBENGE, edição 2018	37
Quadro 3 - Atividades desenvolvidas.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variações propostas para função.	66
---	----

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 15 anos, observei o quanto o mundo é dinâmico, em todos os aspectos, seja na economia, nos sistemas de mercados, na educação, na ciência, na cultura, entre outros segmentos. Sem dúvida, um dos principais gatilhos é a tecnologia. A formação em engenharia elétrica intensificou mais ainda minha visão binária do universo, herança do ensino regular, fundamental e médio, no sentido de enxergar apenas em opções de duelos previamente determinadas, classificadas como certo ou errado, bom ou ruim, funciona ou não funciona, ou ainda, verdades absolutas e incontestáveis, conceitos científicos finalizados sem abertura para refutações.

Enfim, cresci e cheguei na vida adulta pensando que a única forma coerente de vida seria seguir o fluxo de estudar, formar-se, ter uma profissão, trabalhar, constituir uma família, envelhecer, aposentar-se e falecer, sem perceber que, na verdade há infinitas possibilidades, com muitos caminhos que podem ser percorridos e com um leque de resultados possíveis ou ainda em vários resultados distintos. Ainda, não chegar a resultados não é sinônimo de derrota, mas, na grande maioria das vezes, é aprendizado.

Após formado em engenharia elétrica, exerci a profissão, empreendi na área e, antes de completar os 30 anos de idade, resolvi dar um “giro de 180°” na vida, isto, depois que passei a enxergar o mundo não mais de forma bipolarizada, mas, sim, como uma “teia” de conexões entre saberes, conhecimento (científico ou cotidiano), ciência, economia, educação entre outros.

Em 2015, iniciei na docência, como instrutor de cursos técnicos e um ano depois ingressei em uma pós-graduação *lato sensu* na área do ensino, quando percebi que o mundo acadêmico seria o caminho que seguiria trilhando; porém, constatei que necessitava capacitar-me mais. Após a conclusão da pós, em 2017, iniciei as atividades na docência do ensino superior, onde estou até os dias atuais.

As inquietações vivenciadas no dia a dia da prática docente, motivaram-me a procurar um aperfeiçoamento maior e mais amplo no aprendizado para o exercício do legado de professor, razão pelo qual ingressei e cursei este programa de mestrado. À medida que avançava nos estudos, mais eu percebia que ainda há muito a aprender. É tácito afirmar que a aprendizagem é infinita; quanto mais aprendemos, mais temos a aprender.

Todos os anos, milhares de estudantes concluem a educação regular (ensino médio) no Brasil. Parte destes estudantes iniciam algum curso superior, de Licenciatura, de Bacharelado ou Tecnólogo, nas mais distintas modalidades. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP), em 2017, houve mais de 8 milhões de matrículas nos cursos superiores, em todo o país¹. Contudo, a relação entre o número de ingressantes e de egressos é incrivelmente desproporcional. De acordo com o INEP, enquanto, a cada ano, o ingresso de estudantes no ensino superior aumenta, diminui consideravelmente o número de egressos após a conclusão do curso. Em alguns casos, o percentual de egresso sendo inferior a 10%, como, por exemplo, nas engenharias. O estado de Rondônia também segue as estatísticas apontadas pelo INEP. Uma das IES – Instituição de Ensino Superior, privada na cidade de Vilhena, RO, é a FIMCA – Faculdade Integrada Aparício de Carvalho, onde atuo como docente, que oferta diversos cursos superiores, entre eles, os de engenharia (civil, elétrica e mecânica).

Boa parte dos estudantes ingressantes nos cursos de engenharia nesta IES, apresenta dificuldades em acompanhar o processo de aprendizagem, pois não conseguem desenvolver as atividades propostas nas principais disciplinas,

¹http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2019/censo_da_educacao_superior_2018-notas_estatisticas.pdf, acesso em 27 nov. 2019.

principalmente, em Resistência dos Materiais. O índice de reprovação nesta disciplina no curso de engenharia, alcança uma média bastante atípica, em relação às demais disciplinas do curso, bem como dos demais cursos da instituição, ou seja, o índice de reprovação chega a uma média em torno de 70%. Esse alto índice de reprovação preocupa os que estão direta ou indiretamente envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem. Há muitas desistências nos cursos da engenharia, por diversos fatores: pessoais, institucionais, econômicos entre outros. No entanto, infere-se que alguns também desistem por conta de dificuldades relacionadas aos cálculos matemáticos.

Há indícios de que os alunos chegam à graduação, com uma base técnico-científica fraca, insuficiente, para terem condições de acessar e desenvolver novas capacidades, habilidades e competências no ensino superior. Esta fundamentação deveria ser consolidada na Educação Básica. Um dos motivos talvez seja a falta de uma base matemática sólida e satisfatória, isto é, em conteúdos fundamentais de matemática, física, química, português, cálculo e geometria. Nas áreas de exatas pode-se citar como exemplos: as equações, funções, gráficos (1°, 2° e 3° graus), trigonometria no triângulo retângulo, múltiplos e submúltiplos, notação científica, unidades de medidas (conversão, dedução), geometria espacial e plana (área, perímetro e centro de massa, o centroide), grandezas físicas, químicas elétricas, entre outros.

Existe a possibilidade de haver diversos outros motivos que corroboram este cenário; no entanto, é bem possível que tenha havido falhas ou lacunas no processo de ensino na Educação Básica, como também dificuldades de alguns alunos, por questões pessoais, culturais, econômica, falta de estudo ou até mesmo indecisão ou falta de foco em relação à futura carreira profissional.

Tenho a plena convicção e consciência de que sozinho jamais conseguirei resolver estas lacunas e dificuldades, dada a sua complexidade, com raízes estabelecidas ao longo de décadas; no entanto, estou disposto e motivado a tentar contribuir, mesmo que minimamente, para a redução de evasão, da desistência e da reprovação, mais especificamente, no componente curricular Resistência dos Materiais. Ao realizar esta pesquisa, que propõe a utilização de um recurso tecnológico no ensino de flexões de estruturas na engenharia, no caso, um *software*

de nome GeoGebra, o intuito foi promover aulas mais dinâmicas e atrativas, incentivando a interatividade e a participação dos alunos. Dessa forma, possivelmente, as dificuldades dos acadêmicos na compreensão dos conteúdos de cálculo seriam atenuadas, ao menos na disciplina de Resistência dos Materiais e, conseqüentemente, haveria uma redução nas desistências e reprovações. Reduzir a evasão dos estudantes de engenharia em função de dificuldades em cálculo é relevante, considerando que resolver o problema da desistência dos cursos de engenharia no Brasil, acredito ser uma utopia.

Esta pesquisa analisou se o GeoGebra pode contribuir no processo de ensino do conteúdo flexões em estruturas, na disciplina de Resistência dos Materiais, nos cursos de engenharia. A estratégia de ensino diferenciada proporcionou aos acadêmicos uma visão mais ampla das influências, tendências, comportamentos, reações e propriedades de corpos e elementos, utilizando o *software* GeoGebra, como recurso tecnológico. Desta forma, os objetivos foram alcançados. A partir da análise dos dados obtidos, espera-se contribuir de alguma forma para qualificar os processos de ensino e aprendizagem no meio acadêmico, seja docente, discente ou mesmo dos gestores.

1.1. Tema

Resistência dos materiais na Engenharia: o uso do GeoGebra para o ensino de flexão em estruturas.

1.2. Problema de Pesquisa

É consenso entre os docentes dos cursos de engenharia que a maioria dos estudantes sente dificuldades em várias disciplinas, principalmente, nas que exigem conhecimentos prévios de matemática, álgebra, cálculo, física. Durante a prática docente, é percebido que poucos estudantes lembram de trigonometria, de geometria ou até mesmo das equações, funções e gráficos, temas abordados e trabalhados na

Educação Básica, possivelmente, por terem pouco ou nenhum contato com esses conhecimentos. Alguns deles veem estes conteúdos pela primeira vez no ensino superior.

Assim, várias são as estratégias metodológicas utilizadas pelos professores para mitigar essas possíveis deficiências dos estudantes. A utilização de *softwares* dos mais variados tipos e finalidades tem sido prática recorrente, como alternativa à exposição de conteúdo, usando apenas a lousa e o pincel. O formato tradicional de exposição dos conteúdos em sala de aula tem sua importância, porém a visão do aprendiz fica limitada, uma vez que, na grande maioria das vezes, a transmissão do conteúdo é estática, morosa, considerando que o processo de construção de gráficos, por exemplo, depende muito tempo da aula para desenho, análise e estudo. Nesse sentido, o uso de recursos digitais permite que o estudante execute as atividades por diversas e quantas vezes desejar, construindo e reconstruindo, o que, possivelmente, proporciona um aprendizado mais consistente e significativo aos alunos.

Nesse contexto, surgiu a questão de pesquisa: o *software* GeoGebra poderia contribuir para o ensino de flexões na disciplina de Resistência dos Materiais no curso de Engenharia?

1.3. Objetivos

Esta pesquisa intencionou melhorar a atuação docente por meio de um recurso tecnológico para o ensino de resistência dos materiais na engenharia, mais especificamente, na análise de estruturas com suas reações e deformações, por meio de diagramas (curvas de funções).

1.3.1. Objetivo Geral

O objetivo geral da proposta foi investigar se o *Software* GeoGebra poderia contribuir para o ensino de flexões, na disciplina de Resistência dos Materiais para alunos de Engenharia².

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar os conhecimentos dos alunos em relação aos fundamentos necessários para desenvolver os conceitos de flexões em estruturas;
- Desenvolver uma prática pedagógica utilizando o *software* GeoGebra, como recurso tecnológico na disciplina de Resistência dos Materiais no curso de engenharia;
- Analisar os resultados da pesquisa sobre a contribuição do *software* GeoGebra no ensino de flexões na Engenharia.

1.4. Justificativa

A maioria dos ingressantes nos cursos superiores da FIMCA são jovens que vivem imersos na tecnologia, “vendo” o mundo por meio de uma tela *touchscreen* (sensível ao toque) em seu *smartphone*, que permite que o usuário se conecte de forma virtual, proporcionando uma interação dinâmica, direta e simultânea com tudo e com todos, independentemente do tempo e espaço onde esteja.

O *smartphone* definitivamente veio para ficar, sendo responsável por quase 90% da interatividade nos dias atuais, percentual este com grandes chances de crescimento exponencial a curto prazo, como apontam os indicadores de tecnologia de alguns renomados institutos (bloomberg, Cetiqc, FVG, Olhar Digital)³. O sucesso crescente é em função da sua alta capacidade de interação com o mundo (virtual) por meio da *internet* – Rede mundial de computadores, de qualquer lugar, por qualquer

² Turma do núcleo básico dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica.

³ https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2019fgvciappt_2019.pdf. Acesso 09 dez 2019
<https://www.bloomberg.com/graphics/2019-android-global-smartphone-growth/>. Acesso 09 dez. 2019

pessoa, a qualquer instante, o tempo todo. A tecnologia também possibilita a aprendizagem móvel, do inglês *mobile-learning* ou *m-learning* (em tradução livre, “aprendizagem móvel”) em qualquer hora e lugar. Assim, incluiu-se o *smartphone* nas tarefas diárias, como um recurso indispensável de comunicação, de acesso à informação, de entretenimento e, porque não, de conhecimento, já que se aprende o tempo todo. É inevitável não aprender, seja algo útil ou não, o que é uma das características dos jovens conhecidos como oriundos da geração “Y”, os chamados nativos digitais (PRENSKI, 2001).

O professor que souber aproveitar a integração e a facilidade de uso de tecnologias dessa geração pode contar com mais um recurso de produção de conhecimento, uma vez que a interação direta com as diversas mídias e tecnologias é uma tendência natural deles. Por que não inserir essa realidade também no ensino? A esse respeito, Prensky (2001, p. 1) comenta que, “como resultado deste ambiente onipresente e o grande volume de interação com a tecnologia, os alunos de hoje pensam e processam as informações bem diferentes das gerações anteriores”.

É perceptível que os alunos se comunicam entre si por aplicativo de mensagens instantâneas, durante todo o tempo, inclusive durante as aulas, onde raramente a comunicação é feita de forma física e pessoal. Aliás, essa foi uma das questões de um dos formulários utilizado como instrumento de coleta de dados. Esta comunicação nem sempre se refere aos assuntos da aula, em geral são compartilhamentos de temas diversos, alheios à faculdade. Há relatos dos próprios alunos que menos de 10% dos assuntos discutidos no grupo de mensagens *on-line* são de temas relacionados ao curso.

Diante desse cenário, é possível que o uso de estratégias que envolvem recursos tecnológicos na sala de aula, como, por exemplo o *software* GeoGebra, possa contribuir com o ensino, além de promover maior interesse e motivação na formação de novos engenheiros da FIMCA, bem como a possibilidade de reduzir a evasão, desistências e reprovações.

O presente trabalho inicia com a introdução, que expõe a temática, o problema da pesquisa com seus respectivos objetivos e a justificativa. Na seção 2, dividida em 5 tópicos, apresenta-se inicialmente uma síntese do referencial teórico, com um breve

resumo da história e do conceito de tecnologia. Em seguida é apresentada uma contextualização da tecnologia voltada ao ensino, concatenando o *software* GeoGebra como um recurso tecnológico a ser utilizado no ensino, bem como explicam-se os motivos de sua escolha. A seguir, faz-se um compêndio a respeito da disciplina de estudo e o tópico abordado na intervenção pedagógica da sequência didática. A seção é concluída com a exposição de alguns trabalhos com temas correlacionados, já realizados e publicados.

Na sequência da fundamentação teórica que contextualiza a pesquisa, a seção 3 descreve os procedimentos metodológicos explicando de forma detalhada a intervenção pedagógica realizada, contemplando o local, os participantes, as atividades realizadas, descritas em cada etapa, bem como descrevem-se os instrumentos de coletas de dados. No final, na seção 4, expõem-se os resultados, por meio de análise minuciosa dos dados obtidos na pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na sequência, a síntese da teoria que norteou esta pesquisa, apresentando as influências e contribuições da tecnologia no ensino. Esses conceitos subsidiaram a realização de cada etapa do estudo. Inicia-se com uma breve história da tecnologia, perpassando por alguns conceitos da aplicabilidade de recursos tecnológicos no ensino. Enfoca-se mais detalhadamente um dos recursos tecnológicos disponíveis, o GeoGebra, no ensino de um dos tópicos da disciplina de Resistência dos Materiais, flexão de vigas. No final, é feita uma análise de alguns trabalhos já desenvolvidos e publicados alusivos ao tema.

2.1. A tecnologia

É difícil dissociar tecnologia da vida humana no presente século. Vê-se cada vez mais, a maciça e indispensável presença da tecnologia em todas as repartições da sociedade, nas escolas, nos comércios, nas indústrias, nas ruas, nas residências, na televisão e na fala das pessoas. De acordo com um dicionário etimológico, a palavra tecnologia é a junção de *techné* e *logia* (CUNHA, 1982). *Techné* (técnica) do grego – Τεχνή, que significa técnica, arte, ofício, habilidade; *logia* (estudo), do grego – λογία (ROCHA, 2013). Assim, tecnologia pode ser entendida como o conhecimento de uma arte ou habilidade. Côrrea (1997, p. 250), define melhor o termo:

Tecnologia pode ser definida, genericamente, como um conjunto de conhecimentos e informações organizadas, provenientes de fontes diversas como descobertas científicas e invenções, obtidos por meio de diferentes métodos e utilizados na produção de bens e serviços. Na sociedade capitalista, tecnologia caracteriza-se por ser um tipo específico de

conhecimento que o torna apto a, uma vez aplicado ao capital, imprimir determinado ritmo à sua valorização.

Percebe-se que a palavra *tecnologia* é uma interação interdisciplinar, por abranger um conglomerado de conhecimentos e informações, com o propósito de gerar um produto final, seja ele bem ou serviço, que facilite ou atenda a necessidade humana (ROCHA, 2013).

Segundo Chaves (2004), o conceito de tecnologia é muito mais abrangente, pois a vida se torna mais acessível e agradável com aplicação inteligente de recursos tecnológicos, que facilitam e simplificam a locomoção e comunicação entre as pessoas, por meio de métodos e técnicas criados pelo homem. A tecnologia modifica-se a todo instante, a partir das invenções do indivíduo, que, por sua vez, precisa adaptar-se às mudanças, fruto da sua própria invenção, para que seja capaz de utilizar as informações e a evolução como benefício no trabalho, na vida pessoal, nas relações internas e externas (CHAVES, 2004).

Vivemos numa era em que as informações são transmitidas em tempo real, de forma quase 'onipresente', transpassando a barreira dos limites, pois estão presentes em nossas residências, nos locais de trabalho, nos ambientes de entretenimento, enfim, em qualquer lugar onde estejamos. Nessa perspectiva, em se tratando do uso das tecnologias digitais, segundo Paiva (2016, p. 22-23):

[...] é fundamental reconhecer que as tecnologias adentraram na vida humana num ritmo sem volta. Sendo assim, faz-se necessário assimilá-las como parte de um processo natural de evolução da cultura da sociedade. Esta ideia ganha força ao lembrar a origem e o desenvolvimento da espécie humana e perceber a importância das mudanças para nossa evolução, e que foram, e até hoje são, essenciais para nossa existência e adaptabilidade ao meio. [...] No campo educacional, um desses atores são os professores, e são deles, ou melhor, de parte deles, uma das frentes de resistência em aceitar o uso das tecnologias como ambiente facilitador para o processo de ensino e de aprendizagem.

Nesse sentido, convém afirmar que o cenário educacional não está isento dos benefícios da tecnologia, ou seja, os recursos tecnológicos se apresentam como importantes meios para potencializar as práticas educativas de ensino.

Contudo, Moran (1995) afirma que nada adianta o homem ter tecnologias disponíveis se não souber ou não tiver interesse em utilizá-las no intuito de promover seu desenvolvimento. Portanto, é um contrassenso achar que as tecnologias mudam pessoas; na verdade, a transformação na pessoa depende da forma como ela as

utiliza. Ainda, de acordo com o autor, é necessário utilizá-las em sua completude, com comprometimento para inovar e produzir (MORAN, 1995). Conseqüentemente, haverá a expansão do conhecimento científico, que, por sua vez, permite uma possível evolução, principalmente, em se tratando de contexto acadêmico da graduação, uma vez que o discente, na maioria das vezes, já possui conhecimentos prévios (REHFELDT et al., 2019), o que, possivelmente, também se aplica ao manuseio de recursos tecnológicos.

Isso se evidencia, por exemplo, quando se trabalha no ensino superior, conceitos do plano cartesiano $X - Y$, aprendidos normalmente na educação básica, na vida pregressa à graduação e intensificados no dia a dia, ao longo de toda a vida do estudante, como, por exemplo, nos telejornais com a representação de dados tabulados, apresentação em gráficos (cotação do dólar, oscilação de temperatura em um certo espaço de tempo, ações da bolsa de valores), preços de produtos, entre outros. Nesses casos é possível perceber na prática os conceitos do plano cartesiano $X - Y$. Portanto, é possível depreender que alguns dos alunos já tenham uma noção, prática desses conceitos (SILVA, 2005), levando em consideração que o fluxo ou dados apresentados na direção de baixo para cima e da esquerda para direita, é crescente, ou seja, aumenta. Esses exemplos práticos corroboram o ensino na sala de aula, pois “[...] enquanto não assumirmos o nosso aluno como construtor e possuidor de ideias e não organizarmos o nosso ensino a partir dessas ideias que o aluno já possui, pouco estaremos fazendo para facilitar a sua aprendizagem” (SCHNETZLER, 1992, p. 18).

Assim, pode-se compor a tríade fundamental do processo de ensino: o **professor**, na busca incessante pela inovação; o **aluno** com seus conhecimentos prévios; e a **escola**, que dispõe do espaço físico e da estrutura (grifo do autor). Nessa perspectiva, Frota (2004, p. 2) esclarece que

[...] a superação das barreiras para o uso efetivo de tecnologia nas escolas depende de dois movimentos paralelos: do professor enquanto sujeito, no sentido de se formar para uma incorporação tecnológica, e do sistema educacional, enquanto responsável pela implantação das condições de incorporação da tecnologia na escola.

Logo, tanto os professores quanto a escola, podem contribuir para que o uso das tecnologias na sala de aula seja efetivo e promissor. A escola, oferecendo as condições favoráveis; e o professor, engajado em aperfeiçoar suas metodologias e

estratégias de ensino, mediadas, ou não, por tecnologias. Vale salientar que é imprescindível o domínio dos conteúdos relacionados ao assunto que pretende ensinar. Bicudo (2005, p. 48) afirma que “não é possível que se queira ensinar algo a alguém sem que se conheça esse algo”, ou seja, para ensinar, é necessário saber. Assim sendo,

ser professor é preocupar-se com o ser do aluno, tentando auxiliá-lo a conhecer algo que ele, professor, já conhece e que julga importante que o aluno venha a conhecer, também. Esse já conhece tem o sentido de que o professor é alguém que já possui pelo menos algum domínio sobre a área de conhecimento, objeto do seu ensino. Não possui o significado de que o professor domine completamente tal área e que não esteja em situação de abrir-se a novos conhecimentos (BICUDO, 2005, p. 48).

Nesse contexto, a escola contribui com o aparelhamento físico das estruturas com recursos tecnológicos; e o professor aperfeiçoando-se cada vez mais, o que é corroborado pelos princípios das Diretrizes Curriculares dos Cursos de Graduação (BRASIL/MEC, 2000, p. 9), ao recomendarem que

[...] cabe à Universidade brasileira construir projetos pedagógicos que contemplem as habilidades de apreensão, compreensão, análise e transformação, tanto no âmbito do conhecimento tecnológico que se dissemina velozmente, como no âmbito da formação da competência política, social, ética e humanista.

Dessa forma, convém incentivar os professores a saírem do comodismo e se movimentarem no sentido de inovarem as suas aulas, utilizando com frequência os recursos tecnológicos, que propiciam ao aluno um contexto mais variado e rico. Mais especificamente o computador e a *internet* podem ser importantes recursos para estimular e motivar o aluno na compreensão dos conteúdos trabalhados (MARTINS, 2009).

Feitas algumas considerações gerais sobre o uso dos recursos tecnológicos no ensino, passamos a comentar os tipos e usos da tecnologia, principalmente, quando ela se relaciona ao processo de ensino, na educação, objeto de estudo da presente pesquisa. Embora não tenha sido criada inicialmente com esse fim, é possível fazer o uso de tecnologias no ensino, que é o que esta investigação pretende corroborar.

2.2. Tecnologia no Ensino

Em função da realidade cada vez mais dinâmica, a tecnologia pode ser considerada como instrumento que otimiza não apenas o tempo, mas também potencializa a forma de dinamizar e de interagir com o mundo. Isto se dá por conta das necessidades do homem, que vive numa sociedade progressivamente mais exigente e criteriosa no que se refere à otimização do tempo, à qualidade de vida, à interatividade e ao entretenimento. Por isso, as tecnologias digitais, neste cenário, são tão importantes. É possível afirmar que as tecnologias estão indissociavelmente entrelaçadas na vida humana; logo, faz-se necessário aceitá-las como sendo um processo natural de evolução cultural da sociedade (PAIVA, 2016), inclusive no meio acadêmico, onde o professor exerce papel fundamental na aceitação e no uso das tecnologias como um facilitador nos processos de ensino e aprendizagem.

Pensar em tecnologias na educação nos dias atuais é inevitável, principalmente, as digitais, pois são recursos que proporcionam a integração, a instantaneidade (*just-time*), a comunicação audiovisual, a interatividade entre pessoas e sistemas. Desse modo, as tecnologias poderão proporcionar, em poucos anos, na comunicação educacional, o que já ocorre na televisão, por exemplo, onde repórteres e apresentadores interagem, simultaneamente, compartilhando informações numa mesma tela, à distância (MORAN, 2013).

Nesse novo contexto, Prensky (2001) acredita que os professores precisam aprender a vivenciar as diversas formas de comunicar-se na linguagem das novas gerações, conhecidas como Nativos Digitais, termo utilizado para referir-se às pessoas que nasceram nas últimas décadas do século XX e que cresceram cercadas e influenciadas por várias tecnologias. Todavia, na realidade brasileira, pode-se considerar os nascidos a partir de 1996, quando a *Internet* se tornou comercialmente mais popular no país (PRENSKY, 2001).

O contexto da educação não está isento dos benefícios da tecnologia, isto é, os recursos tecnológicos constitui importantes instrumentos de ensino nos dias atuais, que propiciam práticas pedagógicas relevantes, atrativas e dinâmicas. De acordo com Amado e Carreira (2015, p. 9):

O professor, enquanto cidadão e profissional, está hoje igualmente dependente do computador ou do celular. Ele necessita recorrer ao computador para realizar muitas tarefas relacionadas com a sua prática profissional. O registro da avaliação dos alunos, entre outros, é feito sistematicamente utilizando recursos tecnológicos, assim como acontece com inúmeras tarefas do dia a dia do profissional docente. Os alunos também utilizam diariamente os recursos tecnológicos, mas geralmente como entretenimento e raramente para realização de tarefas escolares.

Apesar da relevância das tecnologias digitais na educação, cabe ao professor o uso proveitoso desse recurso na prática docente. Logo, no que se refere ao ensino de flexão de vigas, na disciplina de Resistência dos Materiais, alguns dos *softwares* existentes se apresentam como viáveis para promover um ensino eficaz, a exemplo do GeoGebra. Certamente, eles propiciam uma melhora no desenvolvimento cognitivo dos alunos, à medida que manusearem tal recurso (BORBA, 2010).

Assim, pode-se deduzir que as tecnologias digitais no ensino são recursos relevantes e talvez até indispensáveis no ofício dos professores que se dispõem para adaptar suas metodologias e estratégias de ensino à linguagem dos alunos (NEIDE, 2016), pois possibilitam que os docentes disponibilizem arquivos de textos, apresentações, vídeos, compartilhamento de documentos, dentre outros recursos.

O uso regrado, consciente, inteligente permite ao professor um melhor aproveitamento do tempo para compartilhar informações, com enfoque no aprimoramento de atividades mais criativas e significativas para os alunos (MORAN, 2013). Dessa forma, a relação professor-aluno torna-se mais dinâmica e qualifica-se o objetivo da formação acadêmica. Em outras palavras, surge uma nova experiência escolar: uma relação indissociável entre professor-aluno x computador, em que o uso direcionado e proveitoso dos recursos disponíveis propicia maior interatividade, aproximação e colaboração mútua entre professor/aluno e aluno/aluno (ROCHA, 2013).

O maior desafio docente consiste em ensinar na era da tecnologia. Segundo Borba e Penteado (2010, p. 56) “[...] as inovações educacionais, em sua grande maioria, pressupõem mudança na prática docente, não sendo uma exigência exclusiva daquelas que envolvem o uso da tecnologia em informática”. Os autores afirmam ainda que “à medida que a tecnologia informática se desenvolve, nos deparamos com a necessidade de atualização de nossos conhecimentos sobre o conteúdo ao qual ela está sendo integrada” (BORBA; PENTEADO, 2010, p. 64). Neste

viés, compreendemos a importância de *softwares* no ensino de conceitos da matemática, de álgebra e, ao mesmo tempo, na dinamização da forma de ensinar.

É mister que professores, instrutores e educadores busquem alternativas metodológicas que despertem maior interesse em suas aulas. O profissional deve, por natureza reinventar-se a cada dia. E, sem dúvida, a força do computador e dos *smartphones* atrelados à comunicação interconectada à *internet* é o mais robusto dos recursos tecnológicos existentes, que Leite (2015, p. 239), define como sendo “objetos que auxiliam nos processos de ensino e aprendizagem do indivíduo”. Há uma gama de aplicações e recursos voltados ao ensino (LEITE, 2105), algumas delas não tão conhecidas. Em se tratando de redes sociais, são inúmeras e, a cada dia, surge uma nova. Dentre as mais comuns, citam-se: *MySpace*, *Facebook* (Orkut), *YouTube*, *Instagram*, *Twitter*, *Snapchat*, *foursquare*, *Google+*, *friendster*, *fotolog*, *Craigslist*, *LinkedIn*, *ResearchGate*, *Deezer*, *Spotify*, *VSCO*, *Pinterest*, *Artstack*, *Flickr*, entre outras, cada uma com suas peculiaridades, funcionalidades, que atendem a todos os gostos de seus respectivos públicos.

Além das redes sociais, há também inúmeras aplicações, *sites*, programas, que oferecem diversos recursos, entre eles, a possibilidade de trabalhar em ambiente *off-line*, sem conexão na *internet*. Para exemplificar alguns deles, pode-se mencionar: *blogs*, *wikis*, *e-books*, vídeos, *podcast*, gamificação, *e-mails*, *chats*, *Google* (*Forms*, *Drive*, *Classroom*, *Docs* – texto, planilhas, apresentações), Domínio Público, *Prezi*, *Wix*, Escola Digital, *Evernote*, *Canva*, *Mentimeter*, Prova Fácil, Sílabo, *Moodle*, *GeoGebra*, entre outros (LEITE, 2015).

Não é intenção abordar cada uma dessas aplicações, detalhando e explicando o funcionamento, a finalidade e os recursos voltados ao processo de ensino, pois não é o foco do trabalho e também pelo fato de, ao fechar a redação do texto, talvez já esteja obsoleto, dado o dinamismo e a rápida evolução da tecnologia. Possivelmente, até a publicação desta pesquisa, já surgiram dezenas de novas aplicações, programas, *softwares*, entre outros recursos. Esse dinamismo instiga o docente a estar em constante estudo em busca dos melhores e mais atualizados recursos tecnológicos disponíveis. Vale afirmar que o uso de *softwares* é importante no contexto das aulas, pois permite que o aluno faça suposições por meio de simulações e experimentações facilitando assim a resolução de problemas (VALENTE, 1999).

Há inúmeras vantagens no uso de atividades computacionais, com destaque para a maior interatividade do estudante com o conteúdo trabalhado (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2008 *apud* NEIDE, 2019), já que as simulações podem representar diversas situações outrora impossíveis de serem demonstradas aos alunos, bem como estimulam o raciocínio lógico, gerando maior autonomia, já que os estudantes podem elaborar suposições, fazer inferências e tirar conclusões, a partir de dados obtidos (BONA, 2009).

Contudo, o uso metodologias de ensino que contemplem digitais e tecnológicos, “por si só não é garantia de maior qualidade na educação, pois os mesmos também podem ser utilizados para reforçar um ensino baseado na recepção e na mera reprodução de informações” (NEIDE, 2019, p. 572). Ao realizar a pesquisa, cuidou-se para que os participantes tivessem momentos de criação, de interação direta com o *software*, para evitar a mera repetição e reprodução de um tutorial indicando um passo a passo.

Entre os tantos recursos tecnológicos disponíveis, foi escolhido o GeoGebra para a realização da intervenção pedagógica e a pesquisa, por diversos motivos e critérios, como já mencionado anteriormente. Assim, é imprescindível uma seção exclusiva sobre o *software* escolhido, abordado na próxima seção.

2.3. Software GeoGebra

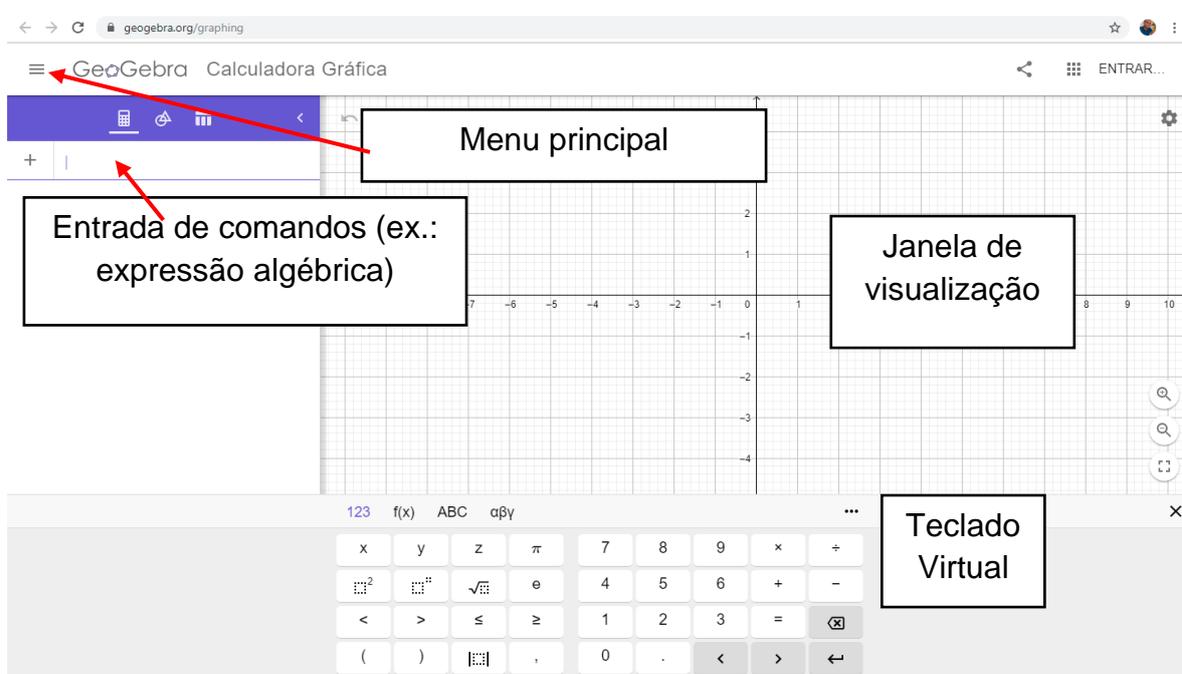
O *software* GeoGebra foi desenvolvido por Markus Hohenwarter, entre 2001 e 2002, pela Universidade da Salzburg, na Áustria. Atualmente, o GeoGebra é usado em 190 países, traduzido para 55 idiomas, com mais de 30.000 *downloads* mensais, além de 62 Institutos GeoGebra em 44 países, para dar suporte ao seu uso (PEIXOTO, 2015), o que contribuiu para que o *software* fosse premiado na Europa e nos EUA.

Esse *software* promove uma integração interessante entre geometria, álgebra e gráficos, como o próprio nome sugere (**Ge**ometria e ál**Ge**bra), permitindo uma interação dinâmica visualmente simples de compreender, impossível de realizar na

lousa ou no papel. Apresenta várias funcionalidades ao permitir que o usuário trabalhe com diferentes representações de funções, equações e expressões matemáticas, por meio de representações numérica: tabulação, algébrica e gráfica (PELLI, 2014).

O *software* tem despertado o interesse de pesquisadores/professores, pois, além de ser gratuito, é multiplataforma, compatível com *Windows*, *Linux*, *Mac* (*desktop's*), *Android* e *iOS* (*smartphones*), de fácil e simples instalação e ainda pode ser utilizado *online*, sem a necessidade de instalação, por meio do endereço eletrônico: <https://www.geogebra.org/graphing>. A Figura 1 mostra a interface do *software*, indicando os campos de inserção, visualização e operação. Percebe-se que é simples e intuitiva, isto é, a navegação ocorre quase de maneira natural.

Figura 1 – Janela do software GeoGebra (*online*)



Fonte: Do Autor (2020), a partir do *site* <https://www.geogebra.org/graphing>.

Conforme Bortolossi (2012), o GeoGebra tem uma funcionalidade que o torna diferenciado, que é mostrar, simultaneamente, diferentes representações de um mesmo objeto, interagindo entre si: geométrica e algébrica.

O GeoGebra é um *software* livre de matemática dinâmica, cujas interfaces proporcionam a manipulação de objetos com e em expressões matemáticas e/ou funções, o que possibilita ao usuário interagir de forma direta, manipulando-o,

alterando-o, reeditando-o e refazendo-o. Durante todo esse processo, o aprendizado certamente ocorre, pois;

os *softwares* de geometria dinâmica são especialmente convenientes. De fato: uma construção geométrica feita no papel com lápis, régua e compasso ou no quadro com giz é estática e, desta maneira, uma vez feita, ela não pode ser modificada. Para gerar outros exemplos, o professor ou aluno deverá repetir o mesmo procedimento da construção com outros dados iniciais, o que é tedioso e toma um tempo precioso de sala de aula com uma atividade repetitiva (BORTOLOSSI; MACHADO, 2016, p. 3).

Nessa perspectiva, pode-se afirmar de forma simplificada que o GeoGebra possui uma interface baseada em menus e botões e pode ser utilizado irrestritamente, sem pagamento de licença. Há uma comunidade de desenvolvedores, pois se trata de um “*software* livre” e pode ser instalado em computadores pessoais ou em laboratórios de informática, nas escolas (GRAVINA et al., 2012).

Além de possuir diversos recursos e funcionalidades, o GeoGebra tem uma interface intuitiva, como já mencionado, que permite aos usuários (professores), durante a exposição do conteúdo, alterarem os exemplos das construções realizadas de forma simples e prática (ANDRADE, 2017). Isto reduz consideravelmente o tempo das demonstrações. Assim, o estudante pode aproveitar mais o tempo da aula, na percepção de como as alterações feitas modifica o comportamento do objeto estudado.

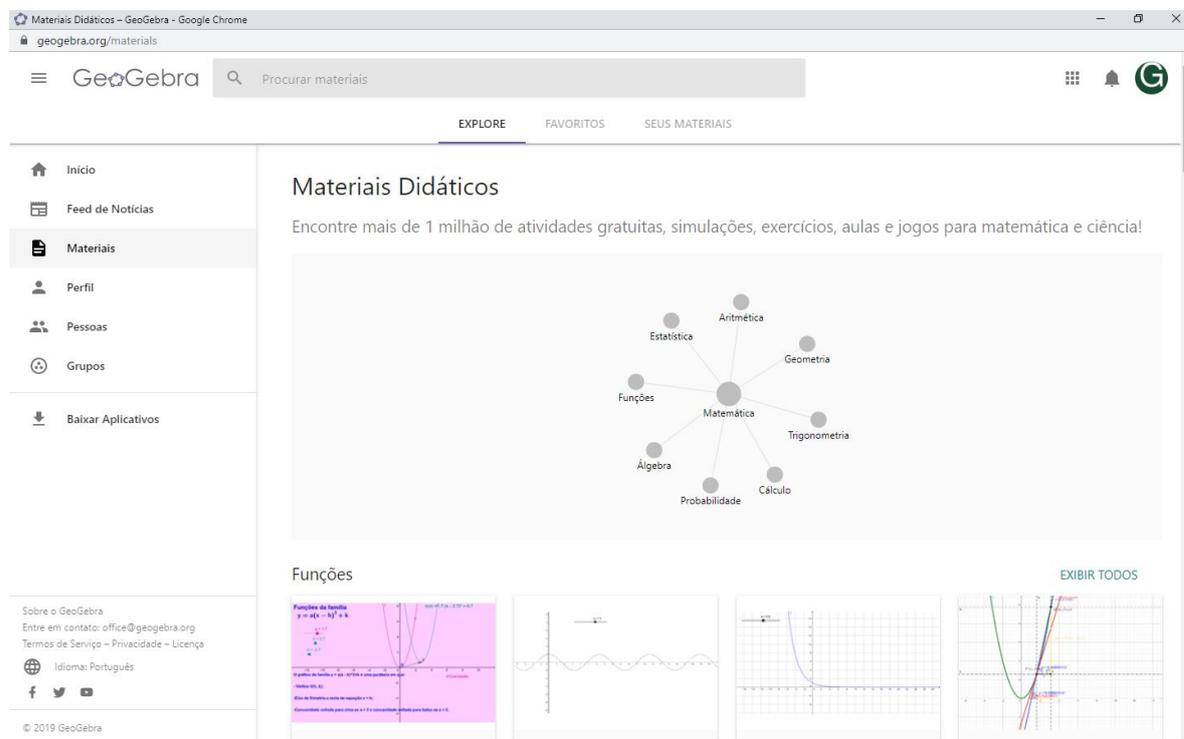
Um dos recursos presentes no *software* GeoGebra é o controle deslizante, que permite ao usuário definir uma variável, colocando valor mínimo e máximo, gerando um intervalo numérico, que pode ser utilizado para a criação de animações em tempo real. Tal recurso possibilita, por exemplo, que o aluno observe e acompanhe as alterações e o comportamento do gráfico da função, bem como explore, simultaneamente, estas alterações na expressão algébrica de várias situações problemas, além de poder ser explorado em sala de aula (BORTOLOSSI, 2019). Estes recursos combinados podem facilitar a compreensão da influência de cada coeficiente sobre o comportamento do gráfico da função estudada e, conseqüentemente, a generalização da contribuição de cada coeficiente presente na expressão algébrica. Silva e Macedo (2016) ressaltam que a utilização de um *software* de geometria dinâmica (GD) como o GeoGebra, proporciona ao estudante a interação e a modificação de elementos, tornando possível um olhar mais atento em relação a cada

passo realizado numa demonstração, resolução de exercícios ou exposição de conteúdo.

Nestes ambientes, conceitos geométricos são construídos com equilíbrio conceitual e figural; a habilidade em perceber representações diferentes de uma mesma configuração se desenvolve; controle sobre configurações geométricas levam à descoberta de propriedades novas e interessantes. Quanto às atitudes dos alunos frente ao processo de aprender: experimentam; criam estratégias; fazem conjecturas; argumentam e deduzem propriedades matemáticas. A partir de manipulação concreta, “o desenho em movimento”, passam para manipulação abstrata atingindo níveis mentais superiores da dedução e rigor, e desta forma entendem a natureza do raciocínio matemático (GRAVINA, 1996, p. 13).

Em caso de utilização do *software* GeoGebra (*on-line*), os usuários podem salvar suas construções numa conta gratuita no *site*. Além disso, também podem acessar materiais desenvolvidos em diversas áreas, por outros usuários. A plataforma *on-line* do *software* GeoGebra dispõe de variados materiais didáticos e de modelagens já construídas, disponibilizadas gratuitamente (Figura 2).

Figura 2 – Materiais Didáticos disponíveis na plataforma *on-line* do GeoGebra



Fonte: Do Autor (2020), a partir do *site* <https://www.geogebra.org/graphing>.

A partir dessa apresentação resumida do *software* GeoGebra, os materiais explorados encontram-se disponíveis para realizar uma sequência didática proposta, para dinamizar o ensino de flexão em estruturas na disciplina de Resistência dos

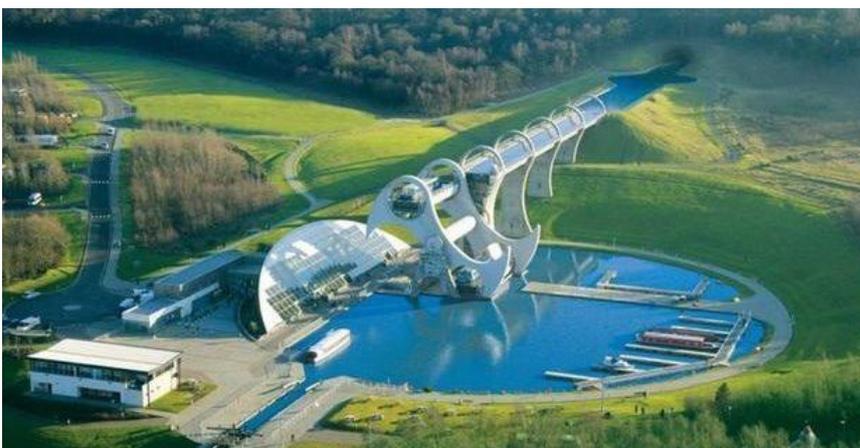
Materiais, de uma turma dos cursos de Bacharelado em Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica.

2.4. Resistência dos Materiais, flexão de vigas

A engenharia, assim como a música, não é exclusividade do homem, mas existem também manifestações entre os animais. Há pássaros que cantam e constroem; tatus e formigas que cavam túneis; castores que constroem barragens, aranhas que tecem tensoestruturas⁴; abelhas que constroem ‘edifícios’; moluscos que fazem cascas (ASSAN, 2010). O homem, sem os dotes dos animais, não conseguiria fazer nada mais que instrumentos primitivos de ossos e pedras ou, no máximo, abrigos toscos de galhos e folhas de árvores.

Com o passar do tempo, as técnicas construtivas se aprimoraram, desde as civilizações mais antigas (Sumérios, Egípcios, Aztecas, Incas, Maias) com incríveis empreendimentos (ASSAN, 2010), até os dias atuais, com obras engenhosas de alta complexidade, espalhadas em todo o mundo, como a Hidrelétrica Três Gargantas na China, Roda de *Falkirk*, elevador rotativo de barcos, (Imagem 1), na Escócia, o Hotel 7 estrelas *Burj Khalifa* nos Emirados Árabes, entre tantas outras.

Imagem 1 – Roda de Falkirk, Escócia



Fonte: Do Autor (2020), *Google* Imagens.

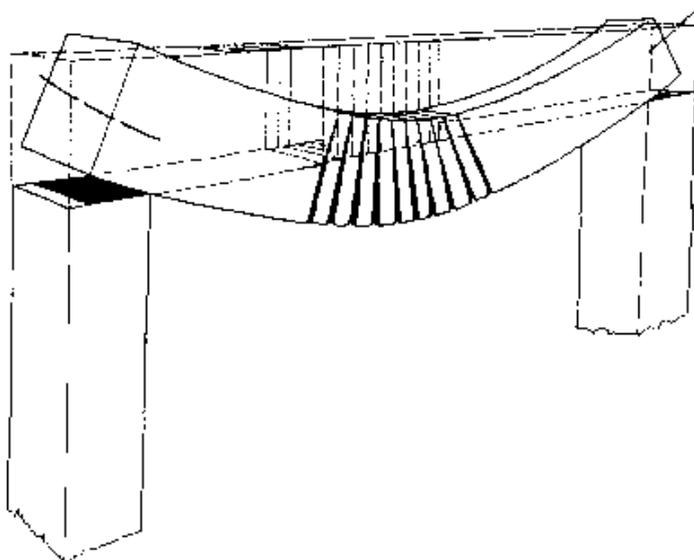
⁴ Estruturas formadas por cabos

A resistência dos materiais teve origem por volta do século XVII, quando Galileu Galilei realizou experiências para estudar as influências de cargas aplicadas em hastes e vigas feitas de diversos materiais. Somente no início do século XIX, foram realizados experiências e estudos sobre este assunto, principalmente na França, por figuras notáveis da época, como Saint-Venant, Poisson, Lamé e Navier (HIBBELER, 2018).

Ao longo dos anos, muitos problemas foram resolvidos, porém nem todos. Foi necessário o uso da matemática avançada e de recursos computacionais para resolver problemas mais complexos. Assim, a mecânica de materiais expandiu-se para várias áreas da engenharia (HIBBELER, 2018).

Na construção civil, há uma ideia de que estruturas (vigas, colunas, lajes, pilares) não se movimentam; elas são e sempre ficam estáticas. No entanto, sabe-se que os elementos estruturais trabalham, movimentam-se, flexionam (Figura 3), fatigam, flambam, deformam (ASSAN, 2010). É este o fenômeno observado em Resistência dos Materiais. Dentre os elementos de estruturas, o mais importante, comum e conhecido é a viga. Vigas são elementos que suportam carregamentos aplicados perpendicular a seu eixo longitudinal. Exemplos: plataforma de uma ponte, asa de uma aeronave, lança de um guindaste, eixo de um automóvel, osso do corpo humano (SORIANO et al., 2006).

Figura 3 – Ilustração de uma viga flexionando.



Fonte: Do Autor (2020), *Google* Imagens.

Assim, o estudo de resistências dos materiais tem por um dos objetivos desenvolver no estudante a habilidade de analisar um problema de forma simples e lógica e de aplicar princípios fundamentais na solução de problemas práticos (BEER, 2015), além de proporcionar ao futuro engenheiro, subsídios de análise para a realização e o desenvolvimento de projetos de máquinas e estruturas portadoras de carga, seja estática ou dinâmica, como também envolve, direta ou indiretamente, o estudo de tensões e de deformações.

Em suma, mecânica dos materiais é um ramo da engenharia que estuda os efeitos internos da tensão e da deformação num corpo maciço. Tensão e deformação está diretamente associadas à resistência do material a partir do qual o corpo é constituído. Enquanto deformação é a característica de alteração do corpo, tensão é a força de reação que o corpo apresenta provocado por carregamentos externos. Uma compreensão abrangente dos fundamentos deste tópico é de suma importância para o projeto de qualquer empreendimento, máquina ou estrutura, uma vez que muitas das fórmulas e especificações de projeto definidos em códigos de engenharias são nele baseadas (ASSAN, 2010).

A maioria das aulas da disciplina de Resistência dos Materiais é ministrada da forma tradicional, utilizando de lousa, pincel e as cadeiras enfileiradas, o que torna as aulas enfadonhas, cansativas e nada atrativas. Utilizar recursos digitais nas aulas pode potencializar o interesse dos alunos, como indica Borba (2010). No que se refere ao uso de *softwares*, diferentes estratégias são utilizadas em complemento ao uso do lápis e papel. Esse recurso afeta principalmente o *feedback* proporcionado ao usuário (estudante), que percebe sua própria evolução a cada passo ou tarefa realizada em relação ao conteúdo estudado. Contudo, consideram-se exceções, como é o caso das aulas práticas, observação de campo (visita técnica), demonstração, que pode ser em sala, por meio de recursos audiovisuais e/ou em laboratório, por meio de projetor de imagem - *datashow*, sistema de som, equipamentos, entre outros recursos.

A presente pesquisa, se restringe ao uso do GeoGebra no ensino das influências de cargas externas em estruturas, especificamente, a flexão. Na proposta didática, é utilizada uma viga; contudo, também pode ser desenvolvido e analisado em qualquer outro elemento estrutural.

2.5. Estudos Anteriores

Com o objetivo de conhecer produções já realizadas, bem como melhor embasar a pesquisa sobre o uso do GeoGebra no ensino de Resistência dos Materiais, mais especificamente, em flexões de vigas, foram realizadas buscas no repositório da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e nos anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), de produções e trabalhos já concluídos que mais se aproximavam da temática. A busca foi realizada inicialmente no Catálogo de Teses e Dissertação da CAPES e, posteriormente, no portal de periódicos da CAPES. Contudo, no intuito de obter trabalhos recentes, dos últimos 5 anos, definiu-se pelo espaço temporal de 2015 a 2019.

Os termos utilizados na busca foram: GeoGebra, ensino de Flexão, ensino de resistência dos materiais, ensino de flexão com o GeoGebra. A pesquisa inicial foi feita no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com a busca individual de cada palavra-chave e a combinação entre elas. Assim, obteve-se um resultado de alguns trabalhos relacionados à temática. Dessa forma, seus resumos e introduções foram analisados, a fim de identificar os que mais se aproximavam do pretendido. Após as análises, identificaram-se as produções que mais se relacionavam com a temática proposta. Os trabalhos em consonância com o estudo estão no Quadro 1.

Quadro 1 - Trabalhos do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

Autor	Ano	Tipo	Título	Ideia Central
Pedro Paulo Tavares de Andrade	2017	Dissertação	O uso do GeoGebra para o ensino de geometria	Dinamizar as aulas de geometria, dentro da matemática, de modo a proporcionar melhor e maior interatividade professor x aluno, e maior participação do aluno.
Carlos Antônio Ferreira Peixoto	2015	Dissertação	O Uso do GeoGebra no Ensino de Polinômios	Simplificar e tornar as aulas de matemática mais atrativas, ante o grande índice de reprovação em detrimento ao desinteresse por parte dos alunos.

Autor	Ano	Tipo	Título	Ideia Central
Cassiano Ricardo Conceição Moccio	2014	Dissertação	Uso do GeoGebra no ensino de trigonometria	Apresentação detalhada de como resolver problemas bem comuns de trigonometria por meio do GeoGebra.

Fonte: Do autor (2019).

Os trabalhos integrantes do Quadro 1 apresentam pontos convergentes à presente pesquisa, principalmente, o fato de todos fazerem uso do GeoGebra como recurso tecnológico no ensino. Nesse sentido, uma síntese dos trabalhos em questão pode ser utilizada como norte no desenvolvimento e na intervenção pedagógica, no ensino de flexões em vigas na engenharia, tema desta pesquisa.

Andrade (2017), em seu trabalho, objetiva apresentar a eficácia da utilização do *software* GeoGebra como recurso para auxiliar no ensino de geometria, mostrando o quanto o recurso tecnológico pode ser vantajoso no processo de ensino, tanto para os professores quanto para os alunos. A abordagem apresenta a necessidade de a escola e os professores estarem em contato com os recursos tecnológicos que podem ser utilizados no ensino, o que proporcionaria uma melhor assimilação de determinados conteúdos por parte dos alunos. O *locus* da pesquisa foi realizada em um colégio Estadual (Evangelina Porto da Mota), de Duque de Caxias, Rio de Janeiro; onde foram aplicadas atividades com o GeoGebra para alunos do 9º ano do ensino fundamental. As atividades mostraram que determinados conceitos de geometria (trigonometria, vetores, área, perímetro) podem ser mais bem trabalhados, com o auxílio do *software*, pois sua possibilidade de movimentar objetos e ver ângulos distintos viabiliza uma visão espacial relevante e útil no ensino.

Dando continuidade à exposição dos trabalhos do Quadro 1, a dissertação de Peixoto (2015), com experiência de 33 anos na docência de matemática, apresenta uma interessante análise que o professor de matemática, cuja função é fazer o aluno raciocinar, além da árdua missão de facilitar o processo de aprendizagem, por meio de um ensino atrativo e interativo.

Peixoto (2015) diz que não é simples ensinar matemática e que a tecnologia tem sido grande aliada, sempre que utilizada com planejamento e na hora certa. Estão disponíveis no universo da tecnologia da informação, diversos *softwares*, entre eles,

o escolhido foi o GeoGebra. Com ele, o professor teve a oportunidade de proporcionar uma aula mais dinâmica e, com um bom planejamento, foi possível tornar o ensino da Matemática mais acessível aos alunos. O trabalho demonstra que, com a ajuda do GeoGebra, o ensino da matemática fica mais atrativo. Apresenta relatos de experiências vividas em sala de aula, ao colocar algumas ideias em práticas.

Um dos pontos mais relevantes do trabalho é que sua exploração não ficou restrita à publicação. Ou seja, Peixoto (2015) construiu um blog: www.carlospeixotomat.blogspot.com.br, que ele atualiza periodicamente com produções, projetos, aulas e novos conteúdos do GeoGebra.

Para concluir a análise dos trabalhos apresentados no Quadro 1, Moccio (2014) utiliza o GeoGebra como recurso no ensino de trigonometria, pois percebeu a necessidade de mudar o método de expor este conteúdo, tendo em vista a dificuldade dos alunos em entender seus significados. Na ocasião, foram apresentados os conceitos de trigonometria estudados no ensino médio, fazendo um paralelo por meio de demonstrações usando o método tradicional de ensino e, logo em seguida, o conceito de forma dinâmica, usando o *software* GeoGebra.

Fez uma explanação de como a informática foi introduzida ao longo dos anos, no ensino e preparou uma aula com exercícios largamente utilizados nas escolas públicas, resolvendo-os por meio do GeoGebra, explicando o passo a passo de cada questão. O trabalho foi um agente norteador na construção de gráficos, curvas e expressão nas atividades propostas na intervenção pedagógica desenvolvida.

Além da CAPES, também foram realizadas buscas no *site* da Associação Brasileira de Educação e Engenharia dos anais XLVI – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, realizado em Salvador no ano de 2018. O tema central foi a pesquisa por artigos relacionados à aplicação de tecnologia no ensino. O Quadro 2, apresenta as principais produções selecionadas, bem como indicação dos autores, o título do artigo e a síntese de cada publicação relacionada à temática em estudo.

Quadro 2 - Artigos do COBENGE, edição 2018

Autores	Título	Aproveitamento
Enrique S. Blanco, Claiton Costa, Fernando Schirmbeck e José Antônio O. dos Santos	Prática docente na educação em engenharia: uso de tecnologia educacional.	Conhecimento de como foi a experiência do uso da tecnologia no ensino superior.
Ronaldo de Lacerda Norbert, Adauri Silveira Rodrigues Junior e Carlos Vitor de Alencar Carvalho.	Desenvolvimento de um material educacional no GeoGebra para o ensino da resistência dos materiais: um estudo sobre carregamento axial excêntrico.	Bastante útil para saber como foi a experiência de uma proposta diferenciada no ensino de um dos conteúdos de Resistência dos Materiais.
Bruno R. de Almeida, Jéssica S. Guimarães, Wellington A. de Brito, Francisco R. Paulino de Magalhães e Átila Girão de Oliveira	Realidade aumentada aplicada às práticas laboratoriais nos cursos de engenharia	A análise foi um bom norteador para inferir o resultado pretendido, ou seja, aulas mais dinâmicas.
Maria Mariana de Sousa Rocha, Carla Beatriz Costa de Araújo, Rafaela Ponte Lisboa Cardoso e Raphaelle Silva de Almeida.	Avaliação da aprendizagem da disciplina de mecânica dos solos utilizando ferramentas online (quiz).	Além do GeoGebra foi válido entender também as vantagens de outros recursos, como por exemplo, o <i>quiz</i> , ou realidade aumentada.

Fonte: Do autor (2019).

Blanco et al. (2018), no artigo “Prática docente na educação em engenharia: uso de tecnologia educacional com base em metodologia”, discutiram a importância do desenvolvimento das competências, habilidades e atitudes nos alunos dos cursos de engenharias, que atuarão na Indústria 4.0. Os autores procuraram demonstrar a necessidade de mudança de postura do docente, no sentido de sair da lógica do foco no conteúdo para aderir à lógica das competências, bem como mostrar que os estudantes de engenharia que se formam não estão totalmente engajados no atual mercado de trabalho.

No artigo “Desenvolvimento de um material educacional no GeoGebra para o ensino da resistência dos materiais: um estudo sobre carregamento axial excêntrico”, Norbert *et al* (2018), tentaram instigar os alunos a aprender os conceitos propostos pela disciplina com o uso do *software* GeoGebra, como recurso de aprendizado e de exposição dos conceitos teóricos da Resistência dos Materiais de tensão (tração, compressão) e flexão. Segundo os autores, foi possível calcular as tensões de uma

carga excêntrica atuante numa seção transversal quadrada. Além de calcular os valores, a aplicação também mostrou os gráficos de tração e compressão.

O trabalho intitulado “Realidade aumentada aplicada às práticas laboratoriais nos cursos de engenharia” (ALMEIDA et al., 2018) mostrou que é possível tornar as aulas práticas de laboratórios mais atrativas com o uso de Realidade Aumentada. Os autores desenvolveram uma sequência didática, explorando cada componente da prática de comandos elétricos, numa das turmas do curso de Engenharia Mecânica. Após aplicação, observou-se que a aceitação dos alunos foi imediata, pois houve relatos de que foi uma experiência ímpar e bastante satisfatória. A metodologia oportunizou uma ponte entre alunos e professores, a qual viabilizou uma troca ilimitada de informações que até então estavam confinadas no papel ou na tela de um projetor. Conseqüentemente, facilitou a absorção do conteúdo exposto.

É possível afirmar que a experiência mais interessante expostas nos artigos estudados foi o uso do *quiz*, por sua simplicidade e facilidade. O uso do recurso implementado no estudo da disciplina Mecânica do Solos do curso da Engenharia Civil, apresentado no artigo “Avaliação da aprendizagem da disciplina de mecânica dos solos utilizando ferramentas *on-line*”, dos autores Rocha, Araújo, Cardoso e Almeida, teve boa aceitação por parte dos alunos da disciplina, bem como influenciou positivamente a fixação do conteúdo visto em sala de aula. Também se constatou que o *quiz* foi interpretado corretamente pelos estudantes, uma vez que a maioria compreendeu o objetivo do recurso, que foi o de auto avaliação dos próprios alunos. Conclui-se que podem ser inseridas novas utilizações deste recurso, como, por exemplo, para a revisão do conteúdo no final de cada etapa ou como forma de avaliação em sala de aula. Devido às suas aplicações, além de ser rápido e prático, é de fácil manuseio, com resposta imediata, a utilização desse recurso pode agregar benefícios ao ensino. Enfim, o *quiz* é uma forma didática e diferente de apresentar os conteúdos.

Após análise e estudo das produções correlacionadas e resumidas, a partir de trabalhos já publicados sobre temas relacionados ao da presente pesquisa, utilizados como base na elaboração desta subseção, percebeu-se que o uso do GeoGebra foi mais explorado no ensino médio e fundamental, com pouca utilização no ensino superior. Assim, a presente pesquisa torna-se relevante e providencial.

Esta análise de estudos já realizados também subsidiou esta pesquisa, nos procedimentos metodológicos e na análise dos resultados com base nos dados coletados. A experiência de uso do GeoGebra na prática pedagógica por diversos pesquisadores, nas mais variadas localidades e instituições, norteou as ações para esta pesquisa. Na próxima seção, descreve-se a metodologia utilizada em cada etapa da intervenção pedagógica realizada.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nessa seção, é apresentado o conjunto de procedimentos metodológicos traçados a partir dos objetivos, buscando explicitar os caminhos percorridos nesta pesquisa. Trata-se de uma pesquisa que propõe uma investigação das possíveis contribuições do uso de um recurso tecnológico digital no ensino de Resistência dos Materiais na Engenharia. Reunindo conceitos de matemática, geometria, cálculo, álgebra e trigonometria, por meio do GeoGebra, a pesquisa traz consigo um potencial de continuidade no campo acadêmico.

De acordo com Demo (2002), a pesquisa deve conter fundamentos científicos e educativos para promover novos saberes, tendo como ponto de partida questionamentos da realidade do cotidiano, do ambiente, do contexto, produzindo experiências e envolvendo os participantes que a vivenciam. E foi exatamente assim, durante o desenvolvimento e a elaboração dessa pesquisa. Ou seja, ao redigir o texto, o autor tentou ser ao máximo fidedigno neste preceito.

Portanto, espera-se que os procedimentos metodológicos apresentados contribuam para melhor entendimento e compreensão do estudo realizado, bem como contribua com o ensino nas mais variadas áreas do conhecimento, por meio do uso de recursos tecnológicos atuais e acessíveis, como é o caso do *software* GeoGebra, pelos professores e pesquisadores.

Na sequência, o detalhamento da pesquisa, que foi desenvolvida com a expectativa de obter respostas à questão central e do problema proposto e de alcançar os objetivos estabelecidos. Em seguida, uma breve descrição das características da

pesquisa, das ações da intervenção pedagógica, dos processos de coleta de dados e dos sujeitos da pesquisa, bem como da análise dos dados coletados.

3.1. Características da Pesquisa

A presente pesquisa é descritiva, de caráter qualitativo, que, segundo Stake (2011), contempla a descrição de ações dos indivíduos e ambientes por meio da integridade do pensamento. De acordo com Leopardi (2002), a pesquisa qualitativa é utilizada quando a intenção é obter dados subjetivos, não precisos, sendo impossível o uso de instrumentos de medidas ou quando o objetivo é a realização de estudos de um caso específico, como, por exemplo, a avaliação de programas ou proposta de programas.

Assim, o desenvolvimento deste trabalho tem como foco a descrição dos procedimentos realizados na intervenção pedagógica proposta, com o objetivo de dinamizar o ensino aos graduandos em engenharia, por meio da utilização de tecnologias digitais, com ou sem *Internet*. A expectativa é que este estudo se constitua como um referencial em pesquisas correlacionadas, bem como se torne um norteador para professores, pesquisadores e alunos que queiram vislumbrar novas formas de ensino de flexões, por meio da utilização do GeoGebra, conforme descrito.

Stake (2011) salienta que há algumas formas de pensamento qualitativo, entre elas, o pensamento interpretativo, que se baseia em experiências, pensamento situacional e humanístico. Nesse sentido, a pesquisa realizada aprofundou o tema por meio de análises interpretativas dos dados coletados.

A presente pesquisa intencionou analisar uma forma de contribuir e de dinamizar o ensino de flexões de estruturas aos acadêmicos, bem como promover maior interesse e proporcionar uma melhor experiência em sala de aula, com a utilização de recurso tecnológico. Para a realização desta pesquisa, foi solicitada a autorização ao diretor do campus (APÊNDICE A) e aos alunos participantes, que ao assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme Apêndice B, concordaram em participar.

A pesquisa consistiu em propor uma situação-problema, muito próxima da realidade, com base no método de pesquisa descritiva, para que fosse possível verificar os conhecimentos prévios dos alunos, conforme o primeiro objetivo específico. A pesquisa também pode ser caracterizada “como estudo exploratório, pela sua natureza de descoberta no desígnio de obter uma nova perspectiva do ambiente acadêmico (sala de aula) por meio do uso de um recurso tecnológico” (GIL, 2006, p. 28). Essas características visam atender aos demais objetivos específicos, que são: desenvolver uma sequência didática no ensino de flexões de estruturas em Resistência dos Materiais na engenharia e analisar como essa prática pedagógica foi desenvolvida durante a intervenção pedagógica.

3.2. Local da Pesquisa

A pesquisa ocorreu durante as aulas do curso de engenharia, na Faculdade Integrada Aparício Carvalho – FIMCA, localizado na cidade de Vilhena, Rondônia. É uma Instituição de Ensino Superior Privada, que oferta 48 cursos de graduação e 32 cursos de pós-graduação *lato sensu*. Há 5 pólos no estado do mesmo grupo, e, sua criação há mais de 20 anos corrobora para consolidar-se cada vez mais como referência no ensino superior presencial da região. Atualmente, possui mais de 7.000 alunos⁵ em todo o estado. Na unidade Vilhena, são aproximadamente 600 alunos, distribuídos em 11 cursos bacharelados, de acordo com a secretaria da instituição. Dispõe de bolsas e financiamento próprios, além de programas como PROUNI, FIES⁶.

No que se refere à tecnologia, o grupo investe de forma indiscriminada em tecnologia de ponta, com aulas que aproximam os alunos à prática profissional, seja em laboratórios próprios, ou por meio das parcerias com outras instituições e indústrias da região, no intuito de promover o desenvolvimento das capacidades e habilidades técnicas previstas pelas cursos. Também possui laboratórios

⁵De acordo com a secretaria da Faculdade.

⁶Dados fornecidos pela direção da Unidade Vilhena.

especializados das áreas afins, equipados com tecnologia de última geração, uma vez que a instituição tem a preocupação de manter-se atualizada e de equiparar-se ao mercado, ofertando o que há de novo. A estrutura atual existente atende perfeitamente a demanda dos cursos ofertados. Ainda assim o plano de expansão é ousado e já conta com as obras dos novos polos (2 e 3 unidades) em andamento. Trata-se da construção do novo polo da FIMCA Vilhena, com um projeto que prevê 5.000 m² de área construída, passando a ser um dos maiores centros de ensino superior do estado de Rondônia.

Vale ressaltar que, durante o desenvolvimento e a realização da pesquisa, mais precisamente nos meses de fevereiro a junho, período previsto para a intervenção pedagógica em sala de aula, o mundo foi surpreendido com uma pandemia em larga escala, o COVID-19 ou *Coronavírus*, que fez com que as aulas fossem realizadas de forma virtualizada síncrona, por meio de transmissões ao vivo, via *internet*. A plataforma utilizada para essas aulas, foi o *Meet*, do *Google*, a qual permite a interação direta, simultânea, em tempo real, com todos os alunos. Os recursos da plataforma permitem realizar reuniões com até 250 pessoas conectadas simultaneamente, interagindo por meio de áudio, vídeo e até mesmo o compartilhamento de telas, além de funcionar em diversos dispositivos (computador, *smartphone*) simultaneamente. Assim, foram realizadas as aulas virtualizadas síncronas com propostas de exercícios e correções proporcionadas por meio do compartilhamento das telas dos alunos, apresentações de arquivos de *slides*, vídeos, imagens, com a vantagem de poder gravá-las e deixar disponível no *Classroom* para posterior consulta de interessados em rever a aula. Esse recurso foi de grande utilidade, já que, durante os estudos individuais, em horário disponível, os alunos teriam a possibilidade de rever os conteúdos que foram trabalhados nas *lives*.

3.3. Participantes da pesquisa

O grupo de acadêmicos que participou da sequência didática subsidiada pelo GeoGebra, no ensino de flexões, da disciplina Resistência dos Materiais foram os alunos do período noturno, da turma do 3º semestre dos cursos de engenharias civil, mecânica e elétrica, unificadas, por tratar-se da base comum curricular até o 4º

semestre, do curso de graduação bacharelado, com duração total de 10 semestres, 5 anos.

No início do semestre, a turma era composta de 26 alunos, a maioria oriunda do ensino regular de escolas públicas. No decorrer do semestre, mais precisamente em meados do mês de março, infelizmente evadiram 6 alunos. A proposta da presente pesquisa foi apresentada aos 20 alunos restantes, dos quais 14 participaram efetivamente da pesquisa, com a assinatura dos termos, atestando a anuência.

A maioria dos alunos sujeitos da pesquisa eram jovens, na faixa etária entre 18 e 24, oriundos de escolas públicas. Não foi possível identificar a classe dos participantes, porém sabe-se que não são das classes D e E.

A escolha de realizar a pesquisa em Resistência dos Materiais foi circunstancial, uma vez que o pesquisador ministra as aulas desta disciplina. Para cursar esta disciplina, como pré-requisito, é necessário ter concluído e ser aprovado em disciplinas correlacionadas, no caso, cálculo I e II, Física Geral, Mecânica Geral e Álgebra Linear.

Embora os referidos alunos participantes da pesquisa tenham acesso a calculadoras e outros dispositivos tecnológicos como celulares, *tablets*, entre outros, constata-se que a grande maioria não foi ensinada a utilizar estes equipamentos e seus recursos para além do entretenimento e da comunicação. Tais instrumentos poderiam auxiliar no processo de construção do conhecimento, subsidiando o ensino, mas, muitas vezes, são desperdiçados por falta de uma orientação, tanto por parte do professor, quanto por parte dos alunos.

3.4. Intervenção Pedagógica

A intervenção pedagógica proposta para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada por meio de uma sequência didática sistematizada, prevista inicialmente para 7 encontros, mas estendeu-se para 10 encontros, com duração de 1 hora e 30 minutos cada. Todas as aulas ocorreram de forma virtualizada síncrona, na qual houve interação direta do professor-pesquisador e alunos na sala de aula.

Em cada encontro, os alunos receberam o respectivo roteiro das atividades a serem realizadas e desenvolvidas, constante nos Apêndices D, E e F, para serem trabalhados durante a aula, conforme pode-se observar no Quadro 3. A referida proposta pedagógica sugeria o trabalho em grupo; no entanto, a entrega final foi individual, utilizando-a como instrumento avaliativo da própria disciplina curricular, para compor uma das notas da média final do semestre.

Quadro 3 - Atividades desenvolvidas.

ENCONTRO	OBJETIVOS	METODOLOGIA	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	COLETA DE DADOS	CONTEÚDOS ABORDADOS
1º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Esclarecer os procedimentos da intervenção pedagógica de cada encontro e as implicações sobre a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; - Apresentar e disponibilizar aos alunos o programa GeoGebra; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva dialogada demonstrativa do TCLE por meio da plataforma <i>Google Meet</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Envio para leitura e assinatura pelos participantes do TCLE (APÊNDICE B) pelo <i>Google Sala de Aula (Classroom)</i>; - Preenchimento de questionário <i>online Google Docs</i> para diagnóstico e contextualização em forma de um questionário semiestruturado (APÊNDICE C) pelo <i>Google Docs</i>; - Publicação do <i>link</i> para acesso e/ou <i>download</i> do GeoGebra. 	<ul style="list-style-type: none"> - TCLE; - Questionário / formulário pelo <i>Google Docs</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervenção Pedagógica; - TCLE; - GeoGebra apresentação: <i>download</i>, instalação e acesso.
2º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar a teoria de flexões; - Conceituar o comportamento de elementos estruturais sob influência de carregamentos externos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva com <i>slides</i> para apresentação da teoria de flexões pela plataforma <i>Google Meet</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação e explicação da teoria de flexões em estrutura; - Exemplos de funções no GeoGebra (APÊNDICE D); - Utilização dos controles deslizantes do GeoGebra; - Exercício sobre flexão. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Classroom</i> por meio de postagem do trabalho contendo a análise das curvas no GeoGebra; 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexões em viga: conceitos e fundamentos; - Exemplos de funções, exercícios, atividades demonstrativas.
3º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Resolver exercícios alusivos à flexão de vigas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva com <i>slides</i> para apresentação da teoria de flexões pela plataforma <i>Google Meet</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resolução de exercícios sobre flexão de estruturas (vigas); - Traço dos diagramas. Análise pelo método das seções. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>LIVE</i> realizada no <i>Classroom</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexões em viga: conceitos e fundamentos; - Exemplos de funções, exercícios, atividades demonstrativas;

ENCONTRO	OBJETIVOS	METODOLOGIA	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	COLETA DE DADOS	CONTEÚDOS ABORDADOS
4º e 5º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os conhecimentos dos alunos em relação aos conceitos trabalhados em sala de aula da situação problema; - Conhecer as funções básicas e os principais recursos do GeoGebra; 	Leitura e interpretação da situação problema proposta, pela plataforma <i>Google Meet</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da situação problema do APÊNDICE E; - Resolução da situação problema. Deduzir as expressões matemáticas que representam a força cortante e o momento fletor. 	- Registro em material próprio de cada aluno com o envio pelo <i>Google Sala de Aula (Classroom)</i> .	- Desenvolvimento de equações por meio da análise da situação problema, de flexão de vigas.
6º e 7º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os conhecimentos dos alunos em relação aos conceitos, necessários para desenvolver os conceitos de flexões em vigas; - Interagir com o GeoGebra por meio da manipulação de funções (1º, 2º e 3º grau); - Analisar o comportamento das curvas de cada expressão; 	Utilização e manipulação do GeoGebra no computador ou no celular.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização do GeoGebra na resolução do problema, tanto na construção dos diagramas quanto nos cálculos de derivadas; - Análise das curvas de cada função obtida (APÊNDICE F) analisando a flexão da viga por meio do uso de função e gráfico no GeoGebra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compartilhamento da tela do dispositivo durante a aula online pelo <i>Google Meet</i>. - Observação do uso do GeoGebra 	<ul style="list-style-type: none"> - Curva de gráficos de funções; - Reta crescente, decrescente; - Parábola
8º e 9º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Fazer um diagnóstico por meio de uma avaliação com o objetivo de verificar as contribuições que o uso do GeoGebra fez no ensino de flexões; 	Preenchimento de questionário por meio do <i>Google Docs</i> .	- Preenchimento de questionário avaliando a intervenção pedagógica (APÊNDICE G) no <i>Google Docs</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário <i>Google Docs</i> - Observação dos debates entre os alunos 	- Percepção dos alunos quanto à prática pedagógica diferenciada, com o uso do recurso tecnológico.
10º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> - Obter <i>feedback</i> sobre a atividade realizada 	Discussão em grupo durante a <i>live</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Preenchimento de questionário avaliando a intervenção pedagógica (APÊNDICE G) no <i>Google Docs</i>. - Exposição dialogada sobre o resultado das expectativas e dos anseios dos alunos durante o desenvolvimento das atividades 	<ul style="list-style-type: none"> - Áudio da <i>live</i>; - Mensagem no <i>Classroom</i>; - Mensagem no <i>Whatsapp</i> 	- Fechamento da intervenção

Fonte: Do Autor (2020).

O planejamento apresentado no Quadro 3 prevê que a intervenção pedagógica inicie com uma breve apresentação da pesquisa, a explanação das inquietações que motivaram o pesquisador a realizá-la. Na sequência, a leitura e assinatura do TCLE (APÊNDICE B), para os participantes presentes no encontro. Logo em seguida disponibilizou-se um diagnóstico em forma de questionário semiestruturado (APÊNDICE C), por meio da publicação do *link* do *Google Docs*, com o objetivo de obter o contexto da realidade dos participantes, a percepção de cada aluno a respeito do uso de tecnologia no ensino, o meio de comunicação que eles mais utilizam entre outras questões. Em seguida, uma apresentação do GeoGebra, mostrando algumas de suas funcionalidades, para os alunos/participantes terem uma visão geral de como deve ser utilizado na resolução de problemas, demonstrando as múltiplas formas de representação que o GeoGebra proporciona (BORBA, 2010). O desenvolvimento de alguns exercícios simples subsidiará na familiarização dos alunos com o GeoGebra (APÊNDICE D).

Após esta introdução, prosseguiu-se com a explicação da teoria de flexões de estruturas, da disciplina Resistência dos Materiais, abrangendo os fundamentos e os conceitos do comportamento e as características de estruturas sob influência de carregamento externo. Em síntese, é válido salientar que todo e qualquer elemento estrutural, quando carregados por forças externas, reage apresentando determinados comportamentos passivos de análise.

Um dos conceitos do estudo é o momento fletor. Estruturas com vãos, ao receberem carregamentos, tendem a fletir (flexão do elemento ao longo de seu eixo longitudinal - Figura 3). Essa flexão pode ser calculada para obter o dimensionamento adequado da estrutura. O cálculo inicial deste dimensionamento consiste em desenvolver equações representativas dos esforços, em função de seu comprimento, pelo método das seções (BEER, 2015). Então, traça-se gráficos, denominado diagramas (curvas das funções) no plano cartesiano $X - Y$. São eles: Diagrama do Momento Fletor – DMF e Diagrama da Força Cortante – DFC (HIBELER, 2018).

A proposta pressupõe a utilização do *software* GeoGebra para calcular a derivada das funções obtidas/deduzidas, gerando outra função de grau menor e também para traçar suas respectivas curvas (DFC e DMF).

Durante as aulas teóricas, foram elucidadas algumas prerrogativas na análise e no estudo de elementos retos pelo método das seções. São elas:

- O valor máximo do momento é sempre no ponto X, onde a curva da força cortante cruza o eixo de X, o que pôde ser verificado também no GeoGebra, resolvendo a equação no respectivo trecho onde a reta do gráfico da função da cortante cruza o eixo X (HIBBELER, 2018);
 - a. Para melhor verificar, basta o aluno “entrar” com os dados da respectiva função do trecho correspondente, no GeoGebra;
 - b. Para o momento máximo, o aluno deve “entrar” no GeoGebra com a função do momento.
- A curva da função do momento tem seu início e término em 0 no eixo Y, e relação ao comprimento, representado no eixo X. Qualquer valor diferente de zero denota erro de cálculo e/ou de dedução da expressão matemática (BEER, 2015);
- A descontinuidade nos pontos do diagrama da força indica uma força externa pontual. Ou seja, há uma carga concentrada na estrutura exatamente naquele ponto (HIBBELER, 2018).

Nesse sentido, pretende-se que haja compreensão satisfatória com o uso do recurso tecnológico GeoGebra, no estudo de corpos estruturais, por meio de gráficos, funções, derivadas e suas resoluções.

Para o completo entendimento dos alunos, tanto da análise e da verificação por meio dos gráficos, quanto a resolução das funções, derivadas e suas respectivas raízes, é pré-requisito conhecer equações (1º, 2º e 3º grau). Inclusive, o desenvolvimento da atividade possibilitou um diagnóstico desses conhecimentos prévios, bem como trabalhar de forma intensiva e individual com aqueles que apresentaram algum tipo de dificuldade nesses conceitos primordiais.

Após as devidas explicações teóricas e esclarecimentos das dúvidas, foram apresentados alguns exemplos de problemas e suas respectivas resoluções para então os alunos iniciarem o manuseio do GeoGebra, a fim de se familiarizarem com a aplicação, utilizando uma equação de 4º grau, considerando variações com os

coeficientes nulos e/ou variando. Dessa forma, proporciona-se aos estudantes uma experiência de uso prático do GeoGebra, facilitando a aplicação na resolução da situação-problema.

A situação-problema proposta, contida no APÊNDICE E, consistia numa problemática do contexto prático de vivência do profissional da área de engenharia, conectada a novos conhecimentos da disciplina de Resistência dos Materiais, por meio do uso do GeoGebra, aproximando o estudante de uma situação real do dia a dia na área da construção civil. As variáveis foram apresentadas como incógnitas, vinculadas a equações matemáticas, cujos valores foram obtidos por meio do número pessoal do RA - Registro do Aluno (código do aluno), de modo que cada aluno obtivesse uma resposta única e exclusiva, com o intuito de garantir que cada aluno desenvolvesse sua atividade.

Em síntese, na situação problema elaborada é possível verificar se os alunos conseguem deduzir corretamente as funções representativas do momento fletor e se é condizente com a análise do estudo de flexão, por meio do *software* GeoGebra (*app*, *web* ou *off*). Esta verificação pode ser realizada inserindo as funções no GeoGebra, para obter os respectivos gráficos, calcular suas derivadas e resolvê-las, bem como calcular suas raízes e os valores de determinados pontos para análise. Esses valores correspondem às grandezas (momento máximo, distância), a partir das derivadas das funções (a força cortante é a derivada da função do momento), deduzidas por meio do GeoGebra (HIBBELER, 2018), que foi possível apenas devido a ampla interação do aluno com o *software* na construção dos novos conhecimentos (VALENTE, 1999). No ambiente computacional, é possível testar, aplicar, apagar, refazer, tentar analisar os modos de estruturação, entre outras ações (GRAVINA, 1996).

No problema proposto foram utilizados os conteúdos trabalhados nas aulas anteriores, cuja abordagem perpassava conceitos teóricos fundamentais das análises de estruturas.

Figura 4 – Ilustração da situação-problema proposta.

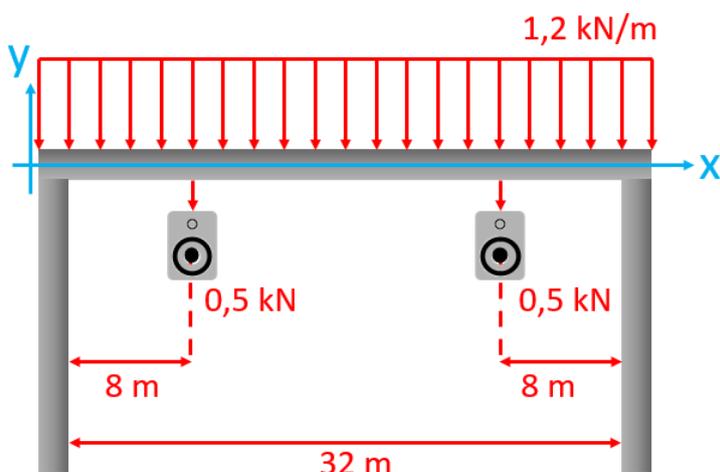


Fonte: Do Autor (2020). Imagem, *Google Imagens*.

O problema requeria a interpretação dos alunos, no sentido de visualizar a situação ilustrada na Figura 4, indicando a viga e os carregamentos externos. As variáveis foram apresentadas no problema em incógnitas, conforme mencionado anteriormente. Esta estratégia foi utilizada para garantir que cada estudante realizasse a atividade e obtivesse um resultado próprio e exclusivo, no final.

Tendo em vista proporcionar uma melhor compreensão, os valores das variáveis X , Y e Z considerados são 120, 32 e 50, respectivamente. Espera-se como resultado os valores indicados na Figura 5.

Figura 5 – Representação ilustrativa dos valores calculados, nos valores de exemplo.

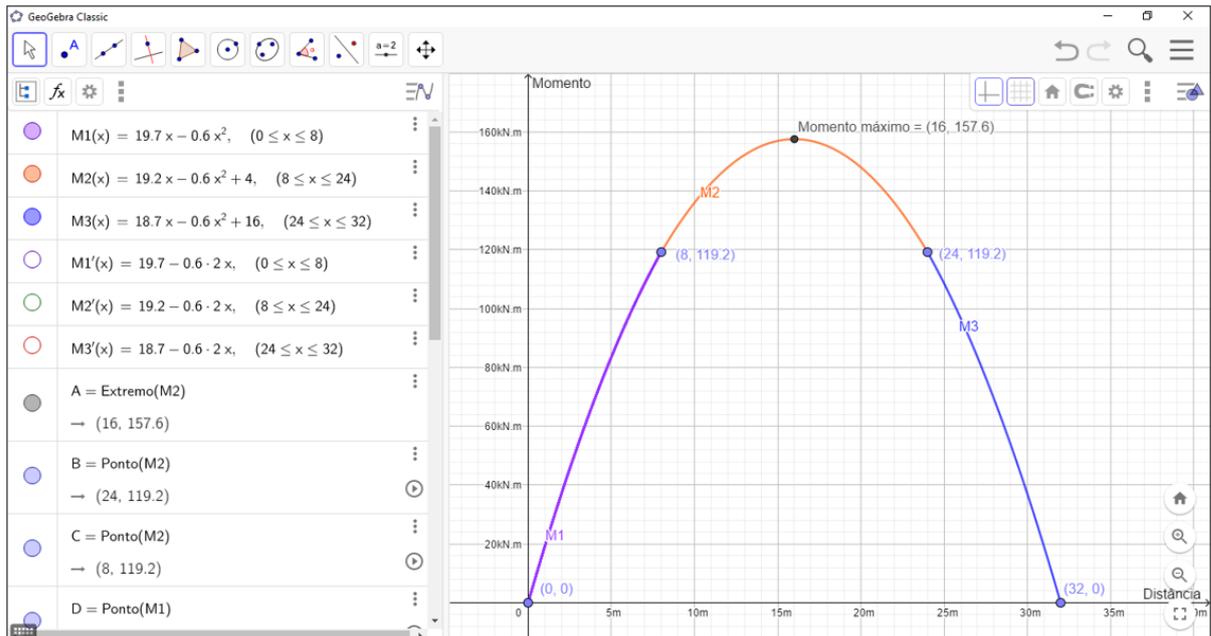


Fonte: Do Autor (2020).

Após esses cálculos, espera-se deduzir 3 expressões, uma em cada trecho, que correspondem ao momento fletor (M) em função da distância (x). Para os valores considerados, o resultado são as seguintes expressões: $M_1(x) = 19,7x - 0,6x^2 \text{ kN.m}$, $M_2(x) = 19,7x - 0,6x^2 \text{ kN.m}$ e $M_3(x) = 19,7x - 0,6x^2 \text{ kN.m}$. Feito isto, as funções são registradas no GeoGebra para obter os valores graficamente (APÊNDICE F). Em seguida, determinam-se os respectivos pontos na viga (eixo X), a partir dos pontos das descontinuidades de forças. Esses pontos são relevantes dentro do contexto de estudo na Resistência dos Materiais na análise de elementos estruturais, sob influências de forças externas. São neles que as reações acontecem. Então, devem ser levados em consideração (BEER, 2015).

As expressões do exemplo mencionado anteriormente, cujas variáveis foram consideradas valores arbitrários, ao serem escritas no GeoGebra, obtém-se uma curva (DMF) ilustrada na Figura 6. Este é o resultado parcial esperado. Após deduzir as expressões, o diagrama representativo do momento fletor, deve ter este formato.

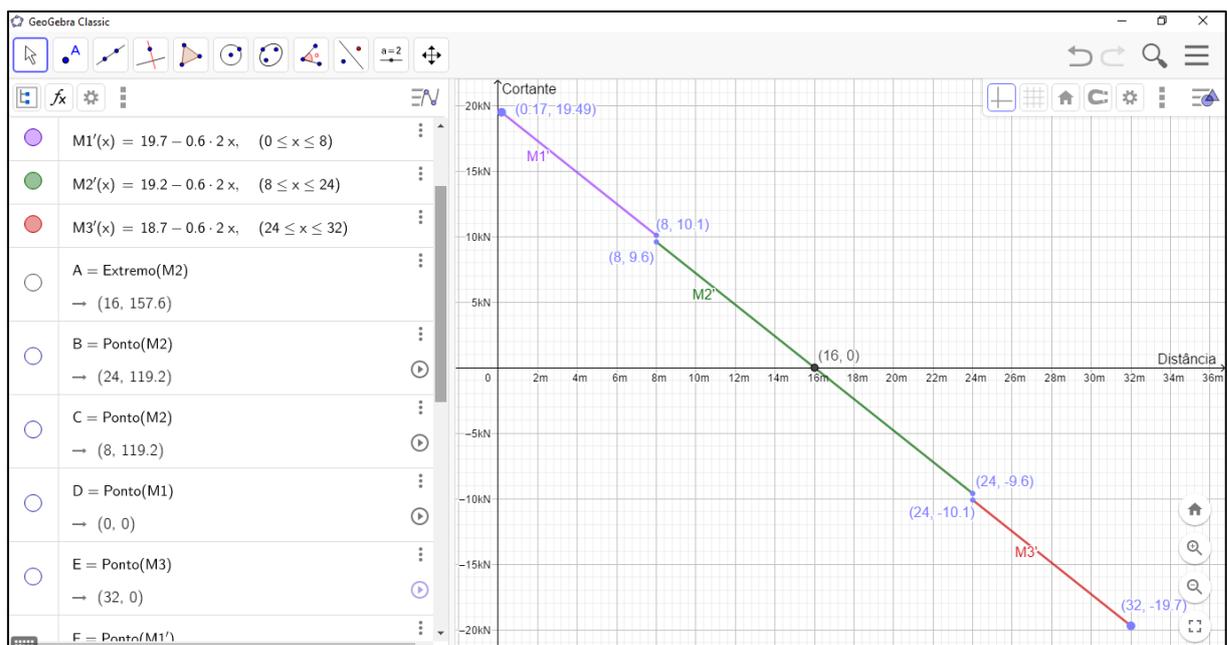
Figura 6 – Diagrama do momento fletor no GeoGebra.



Fonte: Do Autor (2020), a partir do *site* <https://www.geogebra.org/graphing>.

Para obter a expressão matemática que representa a curva da força cortante, basta 'derivar' as funções do momento $[M(x)]$, pelo próprio GeoGebra, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Cálculo da derivada utilizando o GeoGebra.



Fonte: Do Autor (2020), a partir do *site* <https://www.geogebra.org/graphing>.

Após ‘entrar’ com as expressões no GeoGebra, analisa-se as curvas representadas nos gráficos. No total, deve-se chegar em 6 expressões, 3 para o momento fletor e 3 para a força cortante. As funções do momento, por serem de ordem 2, o formato é de uma parábola com a concavidade para baixo, uma vez que o coeficiente de maior grau era negativo. As expressões da força cortante, são o resultado da derivada das funções do momento fletor. Isto foi facilmente identificado na atividade prévia trabalhada de reconhecimento e familiarização com o GeoGebra, a qual é possível observar o comportamento da função, ao anular e/ou variar seus coeficientes.

Assim, a proposta consiste em os alunos realizarem os cálculos e desenvolverem a solução, encontrando as funções da força cortante a partir da função do momento, utilizando o GeoGebra. Dessa forma, identificam-se nos diagramas das funções, os pontos nos quais ocorre a descontinuidade da curva, que é exatamente onde as caixas de som ficam suspensas. Logo, é possível observar que há alteração nas reações internas do corpo (elemento estrutural), em virtude do carregamento externo.

3.5. Instrumentos de coletas de dados

A coleta de dados foi realizada nas aulas virtualizadas síncronas, transmitidas ao vivo *on-line* pela internet (*lives*). Todos os encontros foram gravados e os arquivos de vídeos⁷ utilizados como instrumentos de coletas de dados para análise descritiva. Além disso, também foram utilizadas mensagens de texto por meio de aplicações como *Whatsapp*, *Classroom*, *Meet* e até mesmo por *e-mail*. Não foram obtidos registros fotográficos, em virtude do formato dos encontros. Além disso, foram utilizados formulários semiestruturados pelo *Google Docs*, no início e no término da intervenção pedagógica. Stake (2011, p. 392) diz que: “o método escolhido deve

⁷Os vídeos estão publicados no YouTube no canal do pesquisador (<https://www.youtube.com/c/GutenbergTorquato>).

melhor se adequar à pesquisa e também ao estilo de investigação do pesquisador” (sic).

Os formulários elaborados, tiveram respostas anônimas: o inicial, que serviu como norteador, teve por objetivo conhecer o perfil dos participantes; e o final, respondido no fechamento, serviu para obter um *feedback* da experiência vivenciada. O *link* de acesso foi disponibilizado no *Classroom* para os participantes responderem e/ou preencherem durante os encontros virtuais.

Todos esses instrumentos foram úteis para a observação dos resultados e da percepção e do comportamento dos participantes, em relação à novidade que a pesquisa trouxe. A observação é imprescindível na pesquisa, estando seu uso implícito em qualquer processo de investigação. Corroborando com esta ideia, Lakatos e Marconi (2003, p.190) afirmam que

a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam.

Assim, a observação exerceu um importante papel na análise descritiva dos dados obtidos, crucial para os resultados. Tal método foi largamente utilizado na análise desse experimento prático, no que se refere ao ensino de flexões em estruturas, na disciplina de Resistência dos Materiais, nos cursos de Engenharia. O procedimento desta técnica de coleta de dados, adaptada à estratégia de aula de transmissões *on-line*, consiste em o pesquisador fazer anotações e registros durante o desenvolvimento das atividades pelos alunos, anotando as percepções da experiência, dificuldades e facilidades dos estudantes (SAMPIERI et al., 2013).

Contudo, apesar de ser um elemento básico na pesquisa, o uso isolado da observação não é suficiente para se obter uma análise completa, ou seja, necessita-se de mais de uma técnica ao mesmo tempo (LAKATOS; MARCONI, 2003), razão pelo qual também foram utilizados formulários semiestruturados.

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 212) o formulário “é um dos instrumentos essenciais para a investigação social, cujo sistema de coleta de dados consiste em obter informações diretamente do participante”. Então, esta técnica foi utilizada para

realizar o diagnóstico inicial contido no APÊNDICE C e na verificação final (APÊNDICE G). Os dados obtidos certamente deram amparo substancial à pesquisa.

Uma descrição cronológica dos encontros realizados que perpassaram por comentários alusivos à percepção, foi obtida da análise dos dados oriundos da intervenção pedagógica. De acordo com Gil (2006), essa análise descritiva é possível de ser desenvolvida a partir da submissão dos dados obtidos, a um estudo norteado pelo referencial teórico. Na análise dos dados desta pesquisa, foram utilizados procedimentos metodológicos como elementos básicos na busca de resultados.

A seção seguinte apresenta a descrição detalhada da intervenção pedagógica realizada, apresentando os resultados obtidos e também as percepções do autor em relação ao uso do recurso tecnológico na prática docente.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Nos últimos 3 semestres, foi possível notar dificuldade dos alunos em adquirir (interiorizar, absorver) novos conhecimentos da Unidade Curricular Resistência dos Materiais. Uma das causas prováveis pode ser a deficiência na matemática de base, isto é, conteúdos fundamentais de matemática, física, cálculo e geometria, como por exemplo: equação, funções, gráficos, trigonometria no triângulo retângulo, múltiplos e submúltiplos, notação científica, unidades de medidas (conversão, dedução, demonstração), geometria espacial e plana (área, perímetro, volume, baricentro, centroide), entre outros. É possível que haja diversos outros motivos possíveis para esse lapso; no entanto, vale destacar em síntese apenas dois deles:

- Indícios de falha nos processos de ensino e/ou aprendizagem na educação básica nas séries iniciais;
- Possíveis dificuldades de alguns alunos, por questões familiares, falta de estudo ou até mesmo indecisão quanto à carreira profissional.

Por se tratar de um perfil de alunos cuja geração já “nasceu conectada”, a chamada ‘Geração Y’ (PRENSKY, 2001), o uso de um recurso tecnológico como o GeoGebra no *smartphone* ou no computador promoveu um impacto positivo nas aulas, uma vez que simplificou a compreensão do conteúdo, considerando que normalmente estão habituados com o estilo tradicional de ensino.

Geração “Y” – Informática, nascidos a partir do final da década de 80, com o mundo relativamente estável, eles cresceram em uma década de valorização intensa e com a entrada da *internet*, da computação e de educação mais sofisticada que as gerações anteriores. Ganham autoestima e não se sujeitam às atividades que não fazem sentido de longo prazo. Sabem trabalhar em rede e lidam com autoridades como se fossem mais um. Os

meios digitais são objetos comuns para utilização diária (CUNHA, 2015, p. 76).

Assim, as expectativas pretendidas nesta pesquisa foram alcançadas, uma vez que se percebeu maior interesse dos alunos nas aulas e no conteúdo abordado, pois exigiu-se a participação direta deles durante os encontros, o que pode ser preconizado como metodologia ativa⁸, ao proporcionar a busca de respostas, soluções; esclarecimentos de dúvidas nas bases de dados digitais da rede (busca na *Internet*); as informações necessárias para manusear o GeoGebra e o tratamento dos dados, o que os manteve ativos durante todo o tempo das aulas, e fora delas, garantindo assim a efetividade e o desenvolvimento de seu próprio saber (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2008 apud NEIDE, 2019). O conhecimento para a 'operação' e configuração do GeoGebra já está na rede, disponível para quem quiser buscar; logo, basta apenas direcioná-los. Ou seja, instigar o aluno a obter novos saberes, utilizando a rede/*internet* e um programa como recurso, um objetivo que foi alcançado com sucesso (MARTINS, 2009).

Nesta seção foram reunidos os dados obtidos durante a pesquisa, incluindo os excertos dos participantes oriundos da intervenção pedagógica; apresentados os dados coletados por meio da análise dos questionários e as respostas da situação-problema proposta, além dos comentários dos alunos e dos registros das atividades desenvolvidas. Para a melhor compreensão do leitor, esta seção foi dividida em três subseções: na primeira, um breve relato da contextualização da pesquisa e de seus participantes; na segunda, uma abordagem detalhada das atividades realizadas, apresentando os registros dos encontros; e, na última, a percepção dos estudantes participantes da pesquisa, em relação à prática pedagógica proposta.

4.1. Contextualização Inicial

No primeiro encontro (<https://youtu.be/C1D6SknVPKQ>)⁹, foi feita a explicação detalhada de como deveria ser a pesquisa por meio da prática experimental. Iniciou-

⁸ é um processo amplo e possui como principal característica a inserção do aluno/estudante como agente principal responsável pela sua aprendizagem.

⁹ *Link* do vídeo na plataforma *YouTube* do 1º encontro

se com um breve comentário dos motivos e inquietações que levaram a realizar a presente pesquisa, bem como os motivos e os critérios adotados para a escolha do tema. Logo em seguida, apresentou-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, fazendo a leitura do texto na íntegra e a explicação de seu conteúdo, a necessidade e finalidade da assinatura dos participantes. Para isso, os alunos, já bem familiarizados com o *Classroom*, pois todas as aulas, inclusive das demais disciplinas estavam sendo realizadas *on-line*, fizeram *download* do termo para assiná-lo. Após assinatura, procederam com a digitalização e o envio. Vale salientar que o uso de recurso tecnológico no ensino nesta pesquisa, foi além do previsto, uma vez que a proposta inicial era a inserção do *laptop* ou do *smartphone* na sala de aula para utilização do GeoGebra. Porém, acabou sendo utilizado durante todo o semestre, pois todas as aulas foram transmitidas pela *internet* e recepcionadas por um *laptop* ou *smartphone*.

Ao término da explicação e da apresentação do TCLE, os alunos receberam o termo via *Classroom*, fizeram o *download* do arquivo e, em seguida, o *upload* do termo assinado. Na sequência, foi feita a apresentação do GeoGebra, com a demonstração da planificação de um cilindro com os controles deslizantes do raio da base e da altura. O aluno E10 perguntou: “pode utilizar o GeoGebra na prova?”. Este questionamento já suscitou a ideia de colocar em prática, o que pode considerar como sendo um dos resultados possíveis ao analisar a prática, como estabelecido num dos objetivos da pesquisa. Neste mesmo encontro, também foi publicado no *Classroom*, o *link* de acesso do formulário de contextualização para preenchimento, que consta no APÊNDICE C.

Como instrumento de coleta de dados, foi utilizado o Questionário Inicial (APÊNDICE C), com 9 (nove) questões, 4 abertas e 5 objetivas, que foram respondidas no dia 15 de maio de 2020.

O propósito deste questionário era contextualizar e obter o ponto de partida para a realização da pesquisa. Posteriormente, na resolução da situação-problema, com a exposição e a solução utilizando o GeoGebra, serviu de material para a análise, para averiguar e confirmar as relevantes contribuições que os recursos tecnológicos podem proporcionar no ensino (BORBA, 2010), principalmente, em função do perfil

dos participantes da referida pesquisa, cujas vidas, costumes, hábitos e ações estão fundamentadas nas tecnologias (BORBA, VILLARREAL, 2019).

O formulário, que foi respondido de forma anônima pelos participantes da pesquisa, apresentou dados relevantes sobre o perfil. A primeira questão (*Que tipo de dispositivo utiliza para acessar à Internet?*) trouxe 14 respostas: 8 informaram utilizar *internet* no computador e no celular; 5, somente no computador; 1 no celular. Esse dado evidenciou um bom cenário para utilização e desenvolvimento da atividade prática da pesquisa, que seria 100% *on-line*. Para manter o anonimato dos participantes, eles foram nomeados como E1, E2, E3 e assim, sucessivamente, em substituição de seus nomes.

A questão 2 (Figura 8) do questionário inicial, teve o intuito de conhecer o tempo médio de uso da *internet*, em horas, por dia, pelos participantes.

Figura 8 – Questão 2 do Formulário Inicial

2. Quantas horas por dia faz uso da internet?

1h a 2h

3h a 4h

5 a 6h

7h a 8h

Mais que 9h

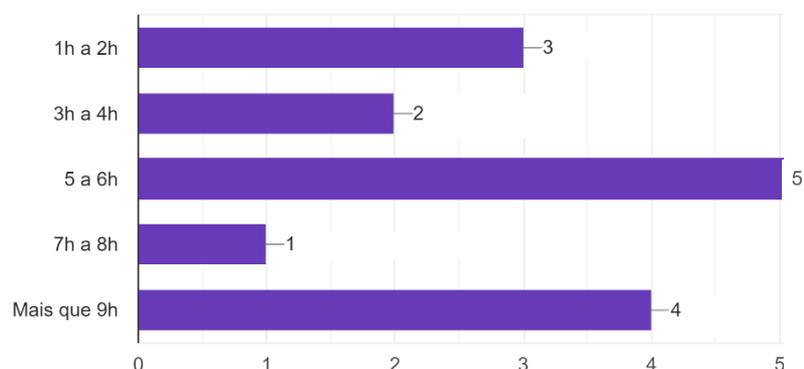
Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Forms*.

Nessa questão, foram obtidos os seguintes percentuais, conforme o Gráfico 1:

Gráfico 1 - Tempo de uso diário da internet

2. Quantas horas por dia faz uso da internet?

15 respostas



Fonte: Do autor (2020), por meio do *Google Docs*.

É indiscutível que o uso de *internet* por parte da sociedade em geral ocorre de forma massiva (BORBA, VILLARREAL, 2019). Assim, não seria diferente entre os participantes da referida pesquisa. As respostas a essa questão confirmaram que a maioria (6 pessoas) faz uso da *internet* entre 5 e 6 horas; contudo, 4 estudantes a utilizam mais de 9h por dia. Ou seja, quase 1/3 do dia ou mais.

A questão 3, *Descreva qual a principal finalidade mais utiliza a Internet*, versou sobre a finalidade do uso da *internet*. As respostas a esta questão mostraram que a maioria dos participantes (67%) a utiliza, tendo como principal finalidade o estudo. Os demais (33%) responderam que a utilizam para entretenimento e/ou trabalho. É possível que seja um dos motivos que justifica a boa aceitação do recurso tecnológico durante as aulas, conforme proposta neste experimento.

O formulário inicial abordou questões alusivas às tecnologias digitais na educação (Figura 9). Primeiro, perguntando se o participante tinha conhecimento do que seriam as Tecnologias Digitais; em seguida, se conheciam o seu uso na educação, já que elas propiciam em ensino mais dinâmico, mais atrativo e motivante aos estudantes, se comparado ao ensino tradicional (LEITE, 2015).

Figura 9 – Questões 4 e 5 do Formulário Inicial

4. Sabe o que são Tecnologias Digitais?

SIM

NÃO

5. Conhece alguma tecnologia digital que pode ser utilizada como recurso na prática pedagógica no ensino?

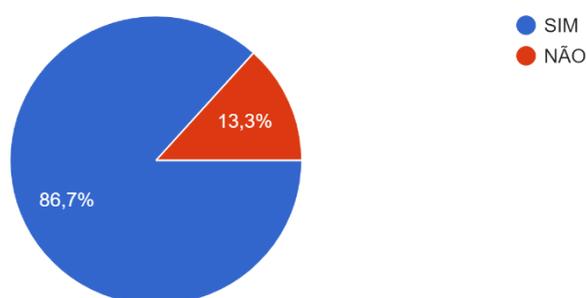
SIM

NÃO

Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Forms*.

Dos participantes, apenas 13,3% afirmaram não saber o que são essas tecnologias digitais, conforme o Gráfico 2. É possível inferir que este desconhecimento é por conta da interpretação inadequada do que pode ser considerado tecnologias digitais. Assim, foi trabalhado o conceito e o significado das tecnologias ao longo da atividade prática realizada (PAIVA, 2016). Este foi um dos parâmetros de como a proposta pedagógica diferenciada poderia ser conduzida.

Gráfico 2 - Resposta da questão 4 do Formulário Inicial

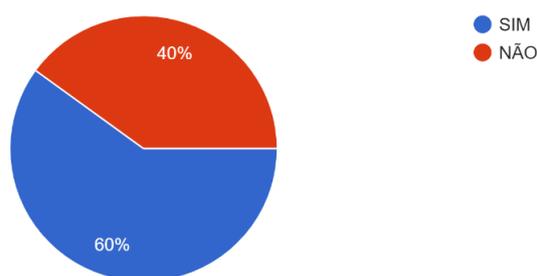


Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Forms*.

A maioria dos participantes (60%), como indica o Gráfico 3, identificou o uso de algum tipo de tecnologia digital na prática pedagógica. Em complementação a esta questão, o formulário solicita que sejam citados exemplos das tecnologias digitais

utilizadas na educação, conforme a questão 6. Nove (9) alunos citaram como exemplo o GeoGebra; os demais mencionaram os computadores (biblioteca digital, livros digitais, AVA, portal on-line, programas Office, calculador, *Classroom*). Este resultado confirma o perfil dos participantes como sendo os “Nativos Digitais” (PRENSKY, 2001).

Gráfico 3 - Resposta da questão 5 do Formulário Inicial



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Forms*.

A questão seguinte do formulário inicial intencionou saber a forma de comunicação dos participantes (Figura 10).

Figura 10 – Questão 8 do Formulário Inicial

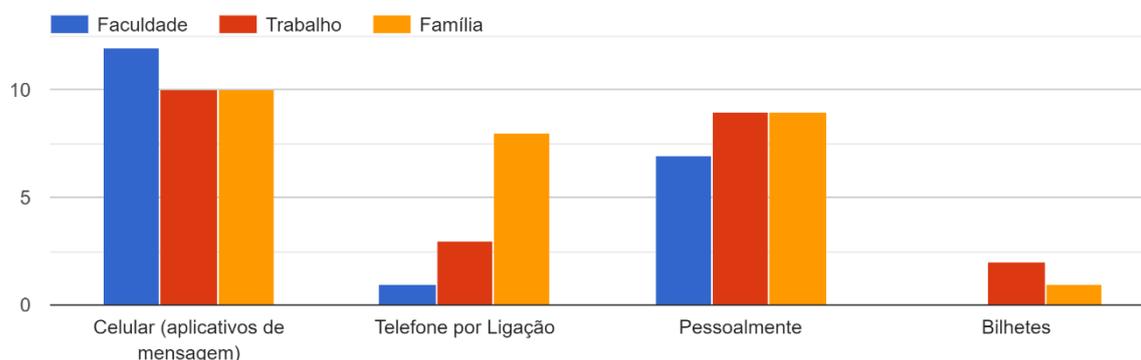
8. Qual a sua principal forma de comunicação?

	Faculdade	Trabalho	Família
Celular (aplicativos de m...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Telefone por Ligação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pessoalmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bilhetes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Forms*.

A maioria dos participantes respondeu que a comunicação na faculdade ocorre de forma majoritária por mensagem de celular e pessoalmente, como mostra o Gráfico 4, evidenciando que os recursos digitais são objetos comuns no dia a dia, inclusive para comunicação (CUNHA, 2015).

Gráfico 4 – Formas de comunicação na Faculdade, no Trabalho e na Família

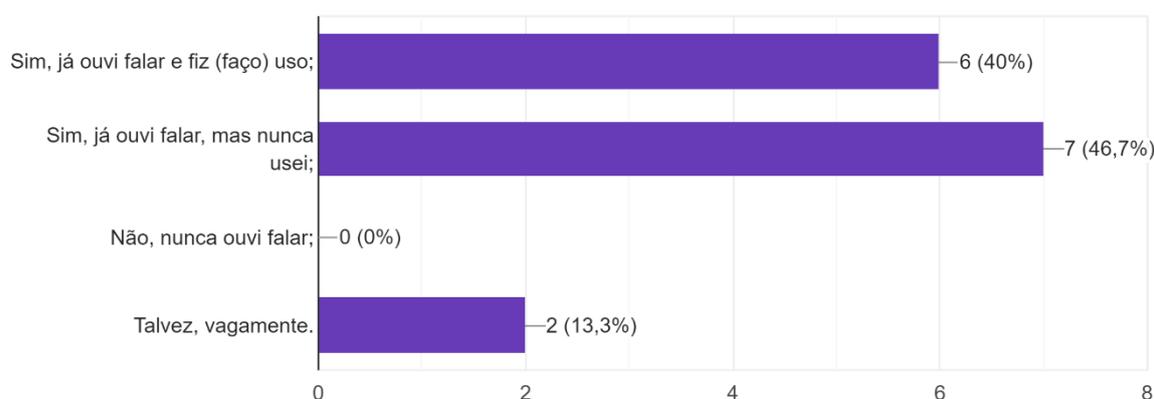


Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Forms*.

Considerando toda a vida acadêmica regressa dos participantes, a maioria (12 estudantes) reconheceu que os recursos tecnológicos, no caso, *software* (AVA, bibliotecas, *Office*, *E-mail*, *internet*) ou *hardware* (computador, celular, *Datashow*, impressora), estiveram sempre presente, o que foi possível concluir da questão 9 (Você identifica algum recurso tecnológico presente no ensino ao longo de sua vida acadêmica? Se sim, quais? Cite exemplos.).

Também se constatou que muitos alunos já conheciam o *software* GeoGebra, o que certamente facilitou o desenvolvimento da prática, como ficou mais explícito na questão 10 (*Sobre o software GeoGebra, você conhece?*) específica sobre o GeoGebra. O Gráfico 5 mostra que 86,7% (13 estudantes) conheciam o *software*.

Gráfico 5 – Questão 7 sobre o GeoGebra do Formulário Inicial



Fonte: Do autor (2020), por meio do *Google Docs*.

Este formulário inicial foi um importante norteador para o professor/pesquisador em relação ao perfil dos alunos/participantes quanto ao formato das aulas, estratégias

didáticas, abordagens, acesso às plataformas, interatividade, conhecimento relativo ao manuseio e operação de *softwares* (Ex.: GeoGebra). Foi possível perceber que tinham uma certa “intimidade” com a tecnologia digital; num nível básico, porém satisfatório. Infere-se, a partir dos dados, que os participantes se comunicam predominantemente por mensagens de celular e conhecem como sendo recursos digitais equipamentos, (*hardware*), mas não programas e aplicações (*software*).

Na sequência, na próxima seção, descreve-se detalhadamente como ocorreu o desenvolvimento das atividades junto aos alunos: exposição do tema, resumo dos conceitos fundamentais, atividades, exercícios, ilustrações entre outras. As aulas ocorreram conforme planejado, com objetivos claros a serem alcançados, tanto por parte dos alunos/participantes quanto do professor/pesquisador, mesmo que no formato das aulas virtualizadas síncronas, via *internet*.

4.2. Descrição da prática pedagógica

A intervenção pedagógica foi realizada durante as aulas da unidade curricular Resistência dos Materiais do 3º período da turma de engenharia. Cada encontro durou 1h30min (das 18h50min às 20h20min). No primeiro encontro, objetivou-se contextualizar o tema aos participantes da pesquisa, como descrito anteriormente. A partir do encontro 2 (<https://youtu.be/ILl4m2wJY34>)¹⁰, a intervenção pedagógica propôs duas atividades. A primeira, de cunho puramente didático com o objetivo de proporcionar uma melhor e maior familiarização dos estudantes com o GeoGebra, contida no APÊNDICE D, e a segunda, uma situação-problema, que muito se aproximou do contexto prático de uma construção civil, conforme APÊNDICE E.

Para a compreensão do conteúdo, foram abordados os seguintes assuntos:

- A teoria de flexões em estruturas;
- O comportamento de estruturas sob influências de forças externas;

¹⁰ Link do vídeo na plataforma *YouTube* do 2º encontro

- A importância e finalidade de se analisar as reações em forma de diagramas, oriundas de funções.

A explicação dessa teoria ocorreu no segundo encontro, realizado em 18 de maio de 2020. Durante a explicação teórica do conteúdo, foram inseridas as atividades propostas para que os alunos interagissem, participassem e manuseassem o GeoGebra de acordo com o roteiro do APÊNDICE D.

A atividade solicitava o acesso do aluno ao GeoGebra, para inserir a função $ax^3 + bx^2 + cx + d$. Foram exploradas algumas funções básicas, como, por exemplo os 'deslizadores'. Os coeficientes "a", "b", "c" e "d" poderiam ser alterados de forma dinâmica para concluir que o formato da curva depende diretamente dos valores dos coeficientes da função. Para nortear essas alterações, foram propostas algumas possibilidades para a função apresentada, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Variações propostas para função.

Possibilidade	Variações
1	a, b, c = 0
2	a e b = 0
3	a = 0
4	a e b = 0, c = negativo
5	a e b = 0, c = positivo
6	a = 0, b = negativo
7	a = 0, b = positivo
8	a = negativo
9	a = positivo

Fonte: Do autor (2020).

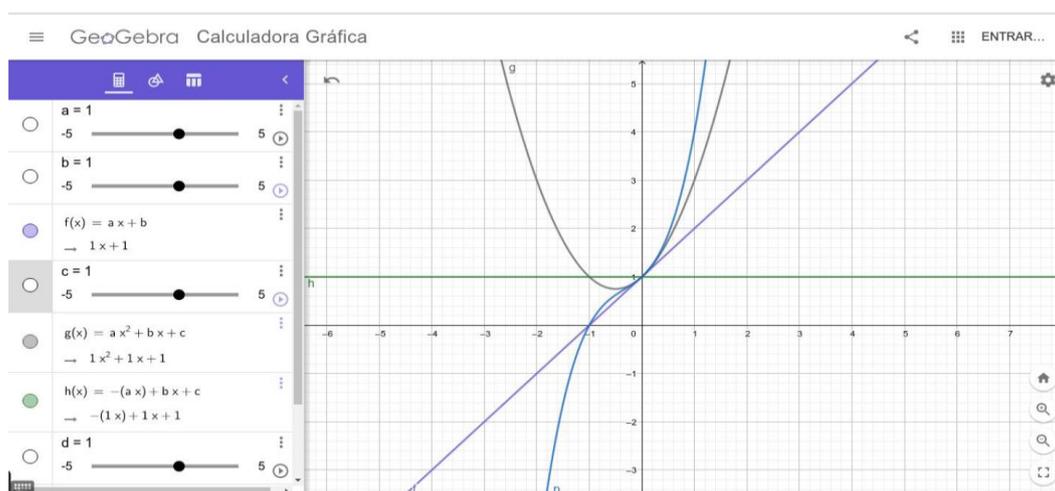
A maioria dos estudantes identificou que o formato das curvas dependia diretamente dos valores dos coeficientes "a", "b", "c" e "d". Eles observaram que o comportamento e as características da curva apresentada no GeoGebra modificavam, à medida que os valores dos deslizantes eram alterados. Além desta, foram propostas outras funções, a fim de aprimorar o manuseio deles com o GeoGebra. [ex.: $f(x) = ax + b$, $f(x) = ax^2 + bx + c$, $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$].

Nesta atividade, foi possível observar a reação dos estudantes diante a novidade, isto é, diante do uso do recurso tecnológico no ensino. Durante o encontro, alguns alunos (E6, E11, E14 entre outros) passaram a compartilhar suas telas para apresentar as curvas que geraram no GeoGebra, bem como o descritivo das características de cada curva. Sempre que estavam com alguma dúvida, questionavam, o que ocasionou a participação da maioria dos alunos. Por certo, a atividade realizada a de uma proposta pedagógica diferenciada utilizando o recurso tecnológico estimulou os alunos (MORAN, 2013).

Inicialmente, percebeu-se certa dificuldade dos alunos durante o manuseio do GeoGebra. Possivelmente, eles subestimaram o recurso, pois é comum pensar que se dominarem as redes sociais e aplicativos de mensagens no celular, têm uma “fluência digital” satisfatória, a ponto de obterem sucesso na operação de qualquer programa/*software*. Assim, pôde ser observado nesta pesquisa, que nem sempre saber manusear um aplicativo no celular ou uma rede social garante que terá facilidade em operar e/ou interagir com programas/*softwares*, seja de cunho didático ou de outras finalidades. Diante de uma aplicação (programa, *software*) um pouco diferente daqueles que já estão habituados, alguns deles ficaram atônitos, sem conseguir navegar pelo programa. Contudo, isso foi apenas no início, ao longo da aula todos conseguiram desenvolver as atividades, com resultados satisfatórios, como, por exemplo, o E7, que enviou a sua atividade com as curvas demonstradas no GeoGebra, de cada uma das funções propostas, como pode ser visto na Figura 11.

Figura 11 – *Print* com resultado de exercícios realizado pelo estudante E7

1. Função crescente de 1º grau que forma uma reta perpendicular.
2. Função de 2º grau crescente que forma uma parábola.
3. Função que origina uma reta paralela a x.
4. Forma uma curva por ser uma função de 3º grau.



Fonte: Do autor (2020); extraído do *Google Classroom*.

Até então, as aulas seguiam de forma expositiva, com o subsídio de *slides* (*Microsoft Office PowerPoint*) devido à necessidade de explicar a teoria, assim como também, fazer a demonstração por meio da resolução de exercícios. O uso do GeoGebra na resolução dos exemplos foi gradativo.

Dando continuidade no estudo do tema, flexões em estruturas, o terceiro encontro (<https://youtu.be/SbCppQ7Zt0k>)¹¹, realizado em 20 de maio de 2020, durou 1h20min. Na ocasião, foram resolvidos 5 exercícios para explanar o conteúdo teórico. Num primeiro momento, todos os problemas foram resolvidos de forma tradicional, utilizando cálculo matemático convencional, por meio de análise para deduzir a expressão matemática que representa as funções do momento fletor e da força cortante de cada exercício. A maioria dos exemplos solicitava uma análise de comportamento dos elementos estruturais quando submetidos a esforços externos, proporcionando uma melhor contextualização aos alunos, para introduzi-los à temática e prepará-los para a situação-problema que seria proposta nos encontros seguintes, conforme planejado previamente. O professor/pesquisador demonstrou a

¹¹ *Link* do vídeo na plataforma *YouTube* do 3º encontro.

resolução dos exemplos, tomando como base os conceitos apresentados na explicação teórica.

Logo após a resolução desses 5 exercícios de exemplificação, o professor demonstrou como seria traçar os diagramas do momento fletor e da força cortante por meio de suas respectivas funções, utilizando o GeoGebra, em 2 dos 5 exercícios/exemplos. Na ocasião, não houve reação dos estudantes, apesar da tentativa do professor de cativar participação deles. Não foi possível saber qual a percepção deles, provavelmente por conta de as aulas não serem presenciais.

No quarto encontro (<https://youtu.be/xLh3qUkAwMM>)¹² apresentou-se a utilização das ferramentas de cálculo do GeoGebra, para simplificar as resoluções, por meio de integral e derivada (dx), ou seja, demonstrou-se a simplificação dos cálculos dos exercícios resolvidos no encontro anterior, utilizando agora a integral e a derivada no/do GeoGebra. Depois disso, as funções obtidas das derivadas dos exercícios 1 e 2 foram escritas no GeoGebra, simplificando o desenho dos diagramas do momento e da cortante, necessários para a análise das reações e flexões das estruturas de estudo.

Nos exercícios 3, 4 e 5, foi proposto aos alunos que escrevessem as expressões no GeoGebra. A ideia consistia em, a partir das funções do momento de cada exemplo (variação do momento fletor em função da distância/comprimento da estrutura x), escreverem as funções no GeoGebra para obterem os diagramas. Dessa forma, os participantes manusearam e exploraram o GeoGebra, atendendo assim um dos objetivos específicos, o de desenvolver uma prática pedagógica utilizando o *software* GeoGebra como recurso tecnológico, no ensino de flexões de vigas na disciplina de Resistência dos Materiais, no curso de engenharia. Além de escrever as funções para obter os gráficos (diagramas), foi orientado como calcular a derivada das funções do momento também no GeoGebra.

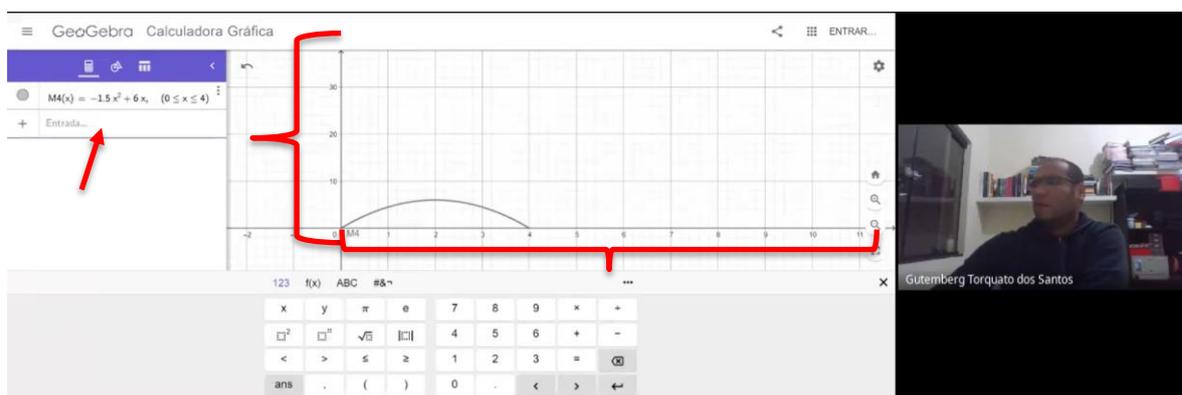
Instantes depois, os alunos E3 e E4 concluíram a atividade e colocaram-na no *Classroom*, sendo mencionados durante a aula pelo professor. Em seguida, o estudante E13 perguntou se poderia utilizar o GeoGebra para resolver as questões propostas da lista de exercícios propostos. O professor confirmou e salientou que a

¹² Link do vídeo na plataforma *YouTube* do 4º encontro.

utilização do GeoGebra para resolver questões atendia a um dos objetivos previstos na presente pesquisa. Esta indagação demonstra que o aluno, ao ser instigado por algo novo, pode até enxergar além daquilo que foi planejado (MOREIRA, 2010).

Os alunos E1, E3 e E11 solicitaram ajuda pois estavam com dificuldades na construção do gráfico de uma das funções, bem como as configurações de rótulo, legenda e *zoom*. O fato de interpelarem a respeito dessas questões demonstra que estavam interessados. Aliás, é válido afirmar que, possivelmente, tal interesse deve-se ao recurso tecnológico. O aluno E11 também sinalizou algumas dúvidas e compartilhou sua tela do computador (Figura 12), pois estava com dificuldade na construção da curva por derivação e na inserção dos rótulos nos eixos (X -Y).

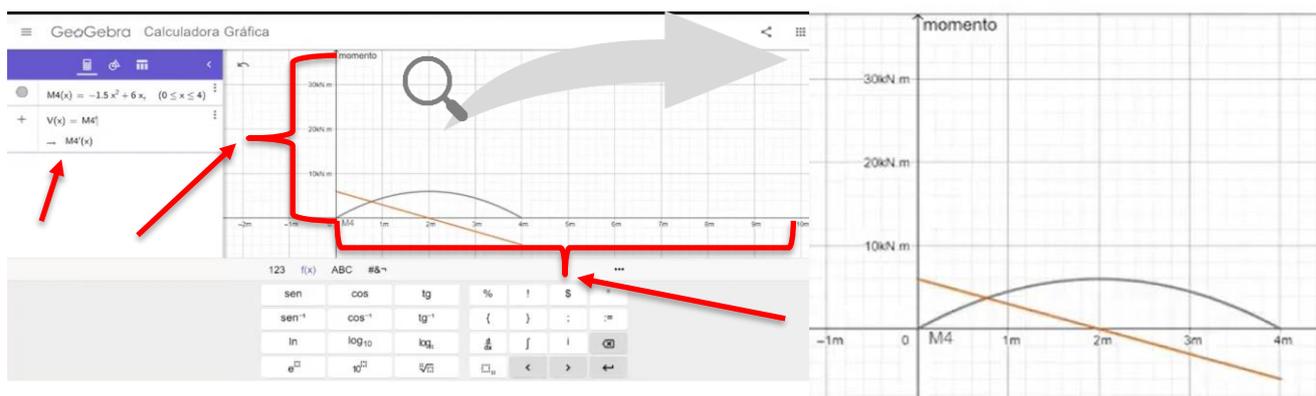
Figura 12 – Tela do estudante E11 para tirar dúvida



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Classroom*.

Após as devidas orientações, o referido aluno (E11) obteve êxito na configuração, nas unidades de medidas (Figura 13) e também na função derivada da função do momento obtida. Na ocasião, o estudante foi orientado durante o encontro, por meio do compartilhamento de sua tela.

Figura 13 – Atividade após as devidas orientações



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Classroom*.

A partir desse ponto, foi possível perceber que o GeoGebra começou a fazer sentido para os alunos/participantes, por terem percebido por si, a facilidade do desenvolvimento cognitivo (BORBA, 2010). Eles notaram que o uso do recurso poderia ser útil na compreensão e nas resoluções dos problemas, como, de fato, simplificou os exemplos e as atividades propostas (VALENTE, 1999). O participante E4 chegou a perguntar: “— Seria possível tirar um *print* da tela com os gráficos e enviar? Seria muito mais fácil e mais prático assim”. Permitiu-se que o aluno apresentasse os resultados em forma de imagem, mantendo assim mais intensa a participação e a interação dos alunos, proporcionando uma aula dinâmica.

No quinto encontro (<https://youtu.be/vcgZZI17o0s>)¹³ apresentou-se a situação-problema (APÊNDICE E), que consistia em deduzir a expressão matemática do momento fletor em função do comprimento da estrutura (viga), responsável por sustentar forças externas oriundas de telhas e de 2 caixas de som (o peso da própria viga foi desprezado para fins didáticos). Esta viga deveria ter seus diagramas separados por trechos e representados no GeoGebra.

A atividade foi publicada no *Google Sala de Aula (Classroom)* durante a *live* e todos os estudantes a acessaram instantaneamente pelo computador ou celular. Logo em seguida, o professor explicou detalhadamente como obter as variáveis apresentadas em forma de incógnitas. Estavam relacionadas ao RA – Registro do Aluno, cada etapa da resolução e a resolução de um exemplo hipotético de RA, demonstrando como devia ser feito para obter as variáveis.

Na atividade proposta, primeiramente, era necessária a interpretação de sua descrição, a fim de obter as variáveis do problema por meio de funções matemáticas, a partir do número do RA, para que cada um obtivesse um resultado próprio e exclusivo no final. O propósito era garantir que cada aluno/participante realizasse a atividade, que também foi utilizada como trabalho avaliativo para compor a nota do semestre da unidade curricular.

¹³ Link do vídeo na plataforma *YouTube* do 5º encontro.

Na sequência, todos os alunos deveriam deduzir as funções do momento de cada trecho, a partir das análises e interpretação do problema proposto. Para obtê-las, seria necessário ter os conhecimentos prévios mencionados em dos objetivos específicos: identificar os conhecimentos dos alunos em relação aos fundamentos, necessários para desenvolver os conceitos de flexões em vigas. Esses conhecimentos deveriam ter sido construídos nos ensinamentos fundamental e médio e nas disciplinas dos períodos anteriores. Constatou-se que, de forma geral, a referida turma tinha os principais conhecimentos prévios requisitados para cursar a disciplina Resistência dos Materiais, pois conseguiram construir e interpretar os gráficos/diagramas de forma satisfatória.

No encontro seguinte, (sexto encontro - https://youtu.be/4_JHppzEgQs¹⁴), a aula iniciou com o professor indagando os alunos sobre como foi a experiência com a situação-problema proposta, dúvidas, dificuldades, em relação à resolução do exposto. O E9 iniciou as participações afirmando:

“— A maior dificuldade que eu tive no trabalho foi na questão de interpretação, principalmente no pontapé inicial, com o tamanho da viga eu sofri bastante, eu fiz usando ele como uma incógnita, e depois eu vi com um valor mesmo. Eu cheguei até o final. Eu fiz os momentos até o final, primeiramente utilizando o tamanho da viga como uma incógnita, aí, deu errado porque quando eu derivava o valor do momento não dava a cortante, essa foi a minha maior dificuldade. Também percebi que fiz os cortes da sessão errado”. (sic)

Essa dificuldade na interpretação do problema, descrita pelo estudante, pode ser decorrente da pouca compreensão da teoria do conteúdo de flexão de estruturas, explanada nos encontros iniciais. Dessa forma, houve um reforço dos principais conceitos por parte do professor, que instigou os alunos a persistirem na prática da interpretação de problemas matemáticos. Parte do objetivo do referido problema, de fato, foi instigá-los a pensar, salientando que cada vez mais, o importante é a capacidade de raciocínio interpretativo. O ensino deve proporcionar descobertas que motivem o aluno, tornando-o mais ativo e participativo, capaz de buscar novas descobertas (MOREIRA, 2010).

A parte de cálculo, a matemática dos problemas, acaba sendo simples e até facilitada pelos variados recursos existentes. O que tange ao pensar, ao interpretar,

¹⁴ Link do vídeo na plataforma *YouTube* do 6º encontro.

ao compreender, é sempre o mais complicado, pois requer um bom preparo, concentração, análise minuciosa e dedicação. Corroborando com isso, o E4 compartilhou sua interpretação:

“— Eram 170 telhas e a massa de cada uma é 40 kg. Eu ia multiplicar, $170 \times 40 \times$ gravidade. Pra mim achar a carga distribuída eu teria que dividir pelo tamanho da área ali, né? Aí acharia a carga distribuída e depois acharia a carga concentrada. Eu fiz, mas não sei está certo.” (sic)

O intuito do aluno era verificar junto ao professor se ele estava correto em sua linha de raciocínio. Assim, após análise, o professor informou que seu encaminhamento da solução da situação-problema estava certo. Vale enfatizar que a resolução e a compreensão rápida do referido problema, atribui-se ao uso do recurso tecnológico GeoGebra, pois o aluno despendeu todo o foco de sua atenção para interpretar a situação-problema, uma vez que não precisou preocupar-se com a parte de cálculo matemático, nem com os desenhos dos gráficos, diagramas, pois seriam feitos pelo *software*. Esta perspectiva vai ao encontro da afirmação de Borba e Penteado (2015, p. 49): “[...] os computadores não substituem ou complementam os seres humanos, reorganizam o pensamento [...] a interação entre os humanos e não humanos [...] torna um problema uma mera questão.”

O principal objetivo do encontro 6 foi mitigar as dúvidas alusivas ao problema, considerando a grande quantidade de dúvidas apresentadas pelos alunos, antes do horário da aula. É melhor garantir o aprendizado de um tema do que trabalhar superficialmente todos os conteúdos. Mais uma vez foi enfatizado que o objetivo do problema proposto é interpretar, para depois resolver, seguindo o passo a passo aprendido durante as aulas. Para tanto, foram corrigidas as resoluções dos problemas de cada aluno presente na *live*, com o intuito de identificar a etapa em que houve maior incidência de erro ou dificuldades na solução, bem como perceber o que os alunos assimilaram e compreenderam do conteúdo exposto nas aulas.

Durante essa aula, o professor corrigiu a atividade de cada aluno, indicando as falhas e orientando os devidos ajustes. O aluno E4 compartilhou seus cálculos para correção (Figura 14). Foi indicado onde ele falhou na resolução.

Figura 14 – Correção dos cálculos de um dos alunos (E4)

The screenshot shows a student's handwritten work on a beam problem. The work is divided into two sections:

- Seção 01:** $0 \leq x \leq 10m$. The student starts with $\sum M = 0$ and derives the shear force equation $V(x) = 1,7 - 0,8x$. The bending moment equation is $M(x) = 0,85x^2 + 35,6x$. The student then calculates the bending moment at $x = 10m$: $M_{10} = 0,85 \cdot (10)^2 + 35,6 \cdot 10 = 271 kNm$.
- Seção 2:** $10 \leq x \leq 20m$. The student starts with $\sum M = 0$.

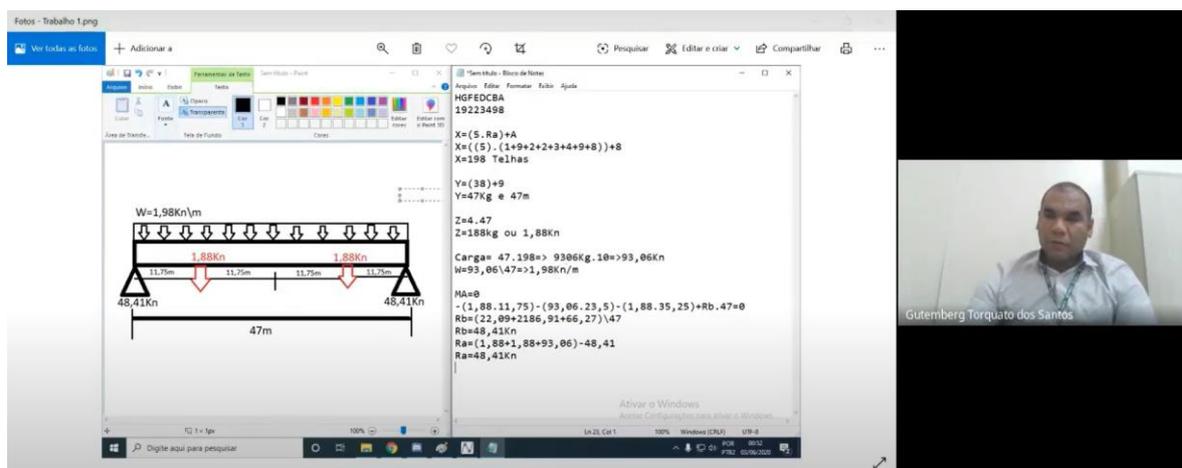
Two diagrams of the beam are shown. The top diagram shows a beam of length 20m with a distributed load of 1,7 kN/m. A red arrow points to the center of the beam, $x = 10m$. The bottom diagram shows a similar beam with a distributed load of 1,7 kN/m.

Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

O aluno E4 não identificou o ponto de atuação da força resultante da carga distribuída, que seria no centro da viga (esboçada em seus cálculos, indicada no destaque da Figura 14), equivalente ao centro de gravidade. As distâncias seriam a metade do comprimento. Neste caso, o comprimento foi denominado “x”, assim, deveria indicar como sendo $x/2$ o ponto onde haveria maior incidência de força.

Verificou-se que houve uma atitude de intenso dinamismo diante das adversidades que surgiram ao longo das correções, o que proporcionou uma boa interatividade entre os alunos que participaram apresentando suas dúvidas, justificando cálculos, respostas, dados contidos nas resoluções e interpretações (MORAN, 2013). Inclusive, vários alunos compartilharam suas telas durante a *live*, entre eles, o aluno E10 (Figura 15), para melhor visualização do professor. Assim, foram dadas explicações e esclarecimentos mais adequados em relação às dúvidas. Neste encontro, percebeu-se que, inicialmente, alguns alunos estavam com dificuldades de interpretação nas determinações das variáveis/incógnitas. Após a correção individual e apontar as incorreções de cada aluno, foram orientados a seguir para as etapas seguintes da resolução da situação-problema.

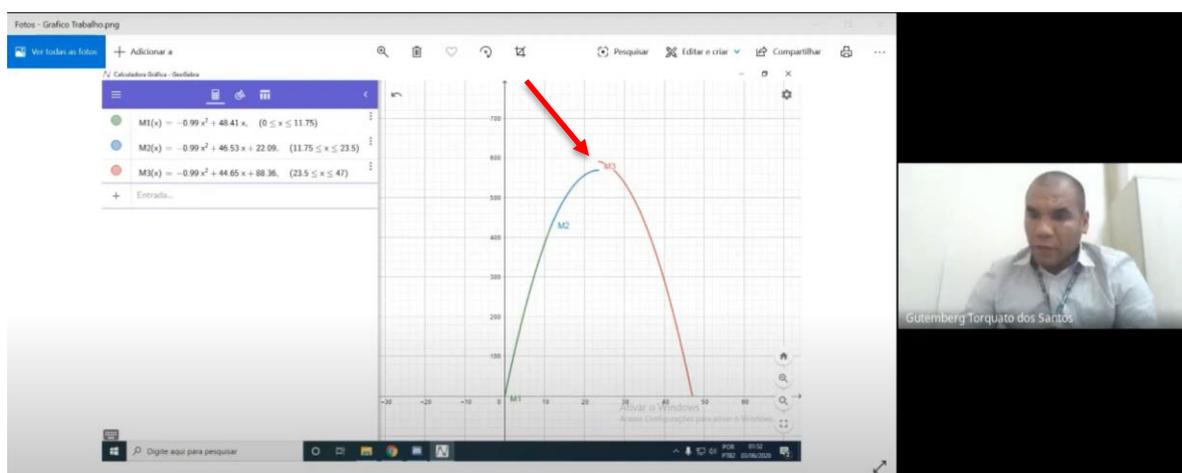
Figura 15 – Aluno E10 compartilhando sua tela para tirar dúvidas



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

O aluno E10 compartilhou sua sequência de cálculo, dizendo: “— Professor, gostaria apenas de confirmar se o que fiz está correto. Se estiver eu farei os diagramas (gráficos) do momento da força cortante no GeoGebra.” O professor confirmou que as expressões estavam corretas e que deveria escrever as funções no GeoGebra. No entanto, ao “entrar” com as expressões, os diagramas se apresentaram distorcidos (Figura 16), sem continuidade e sem fechamento. Isto ocorreu porque algum coeficiente de uma das 3 expressões deduzidas estava incorreto. Pode ser que tenha havido falha na interpretação ou equívoco durante o desenvolvimento dos cálculos do aluno E10.

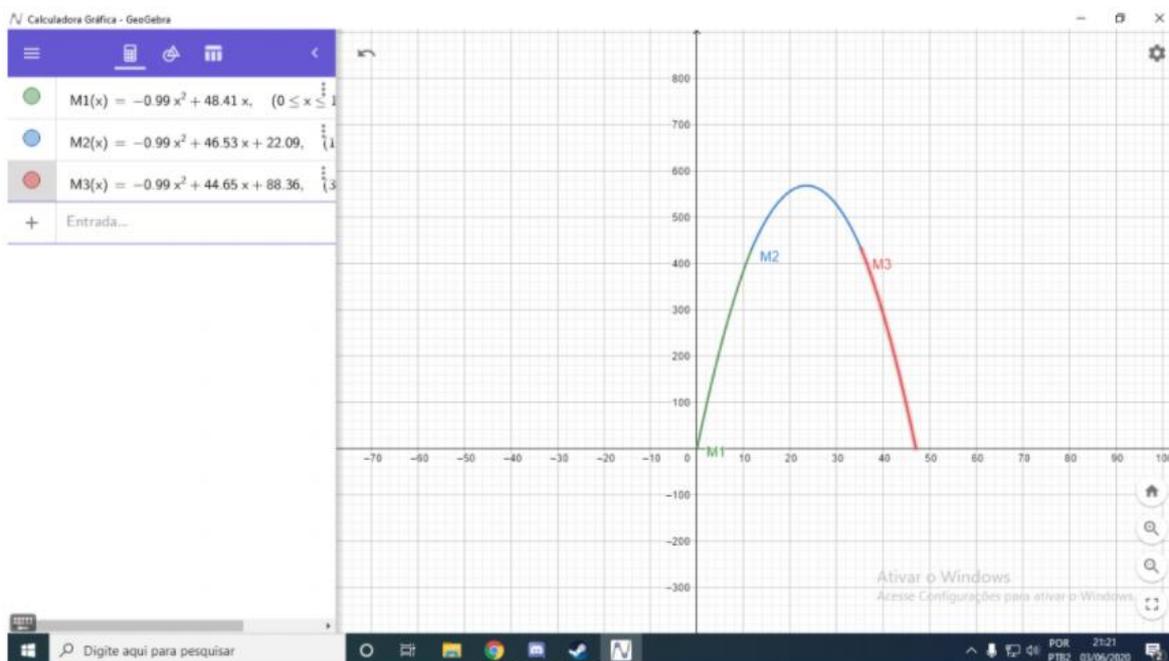
Figura 16 – Tela do computador do aluno E10 compartilhada



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Após as orientações, o E10 conseguiu ajustar a curva (Figura 17) e dar continuidade ao desenvolvimento da solução do problema.

Figura 17 – Diagrama traçado corretamente após as instruções



Fonte: O autor (2020), extraído do *Google Meet*.

A forma como ocorreu o processo foi satisfatório, pois atendeu aos objetivos da presente pesquisa, cujo objetivo era facilitar o ensino de flexões em estruturas. O uso do recurso tecnológico na prática pedagógica proporciona melhor construção do conhecimento, já que atua como um agente facilitador (QUARTIERI, 2014). A tecnologia possibilita uma visão diferenciada para problemas comuns, dando uma nova percepção no processo do ensino.

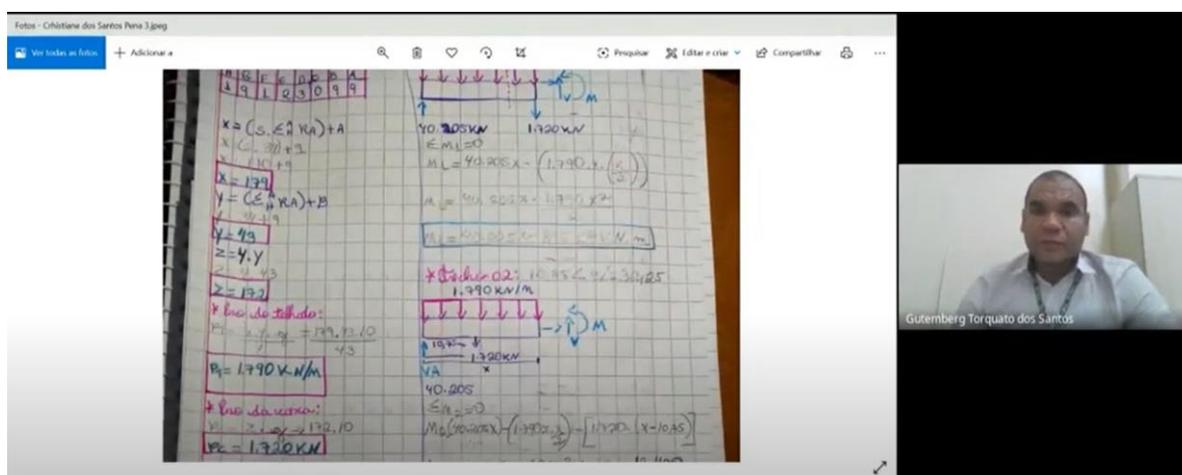
No decorrer do desenvolvimento das atividades, percebeu-se certa dificuldade dos alunos em resolver os exercícios, o que demandou um tempo maior nas recorrentes explicações e correções e, conseqüentemente, o aumento do número de encontros previstos. Aos 6 encontros previstos, foram acrescentados mais 4.

No sétimo encontro (<https://youtu.be/eAsOJGD38TA>¹⁵) deu-se continuidade às correções dos exercícios dos alunos que não estavam no encontro anterior ou aqueles que não fizeram/concluíram a atividade. Foi possível perceber uma certa facilidade no entendimento por parte dos alunos, neste encontro. Um exemplo digno de citação, é

¹⁵ Link do vídeo na plataforma *YouTube* do 7º encontro.

do estudante E3 que, ao rerepresentar seus cálculos, indicou de forma precisa, cada dado solicitado, como mostra a Figura 18.

Figura 18 – Resolução do estudante E3 após as orientações



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Percebe-se claramente que esta resolução está bem mais estruturada, com as especificações dos dados e das expressões, os desenhos representativos e a sequência dos cálculos. Este resultado, possivelmente, é fruto das explicações detalhadas do encontro anterior. Agora, com a compreensão da teoria mais interiorizada, os estudantes passaram a desenvolver melhor o encaminhamento da resolução. Os estudantes apontados no encontro anterior refizeram os cálculos e os trouxeram prontos e corretos. Enfim, os alunos retornaram com *feedback* positivo no sentido de que a explicação simplificou a solução e resultou na compreensão da situação-problema.

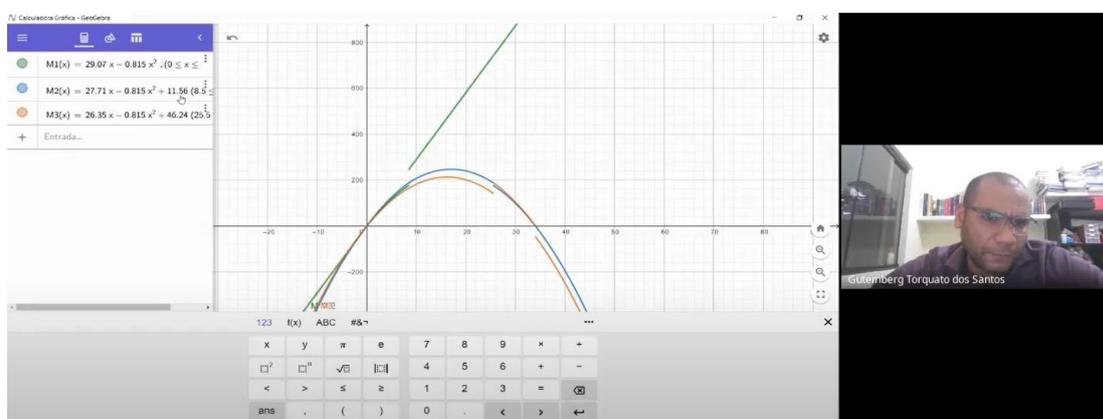
Na sequência, no oitavo encontro (<https://youtu.be/OHGQuer6a2k16>), foi explicado de forma detalhada como “entrar” com as equações no GeoGebra para traçar graficamente os diagramas da força cortante e do momento fletor, a fim de analisar o diagrama para identificar o ponto onde ocorre o momento máximo. Esta informação, o valor do momento máximo que uma estrutura suporta, é impreterível no dimensionamento de vigas e estruturas em sistemas mecânicos e construtivos. Assim, foi possível comprovar e atestar graficamente (na prática) que o momento máximo ocorre sempre quando a força cortante é nula. Teoricamente, isto ocorre por causa da

¹⁶ Link do vídeo na plataforma *YouTube* do 8º encontro.

inversão do sentido de atuação da força cortante produzida pela carga distribuída, como explicado nos encontros iniciais (BEER, 2015).

Após realizar a demonstração em tela do passo a passo de como traçar os diagramas no GeoGebra de forma praticamente automática, foi solicitado que os alunos fizessem o mesmo com as suas respectivas equações. Todos os alunos presentes participaram, uma vez que não havia nenhum problema semelhante, pois foram utilizadas equações com o RA (registro do aluno) para obter as variáveis da questão. O aluno E11 compartilhou sua tela, apresentando seus feitos. É possível perceber algumas incorreções dos diagramas traçados no GeoGebra (Figura 19).

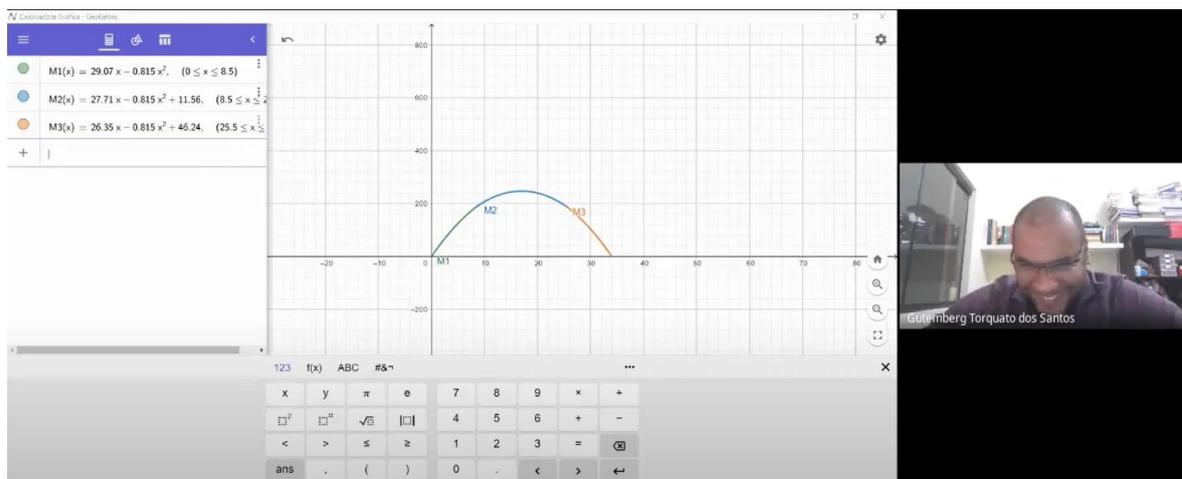
Figura 19 – Tela compartilhada do aluno E11



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Alguns alunos tiveram dificuldades no manuseio do GeoGebra. Esta percepção foi possível ao apresentarem e compartilharem suas telas para melhor visualização das dúvidas. Com uma breve explicação, rapidamente obtiveram sucesso, seguindo de forma correta com o desenvolvimento. A Figura 20, mostra os diagramas corretos, após receberem as devidas orientações. Percebe-se que o gráfico parabólico do aluno E11 apresenta a forma regular e contínua como pretendido.

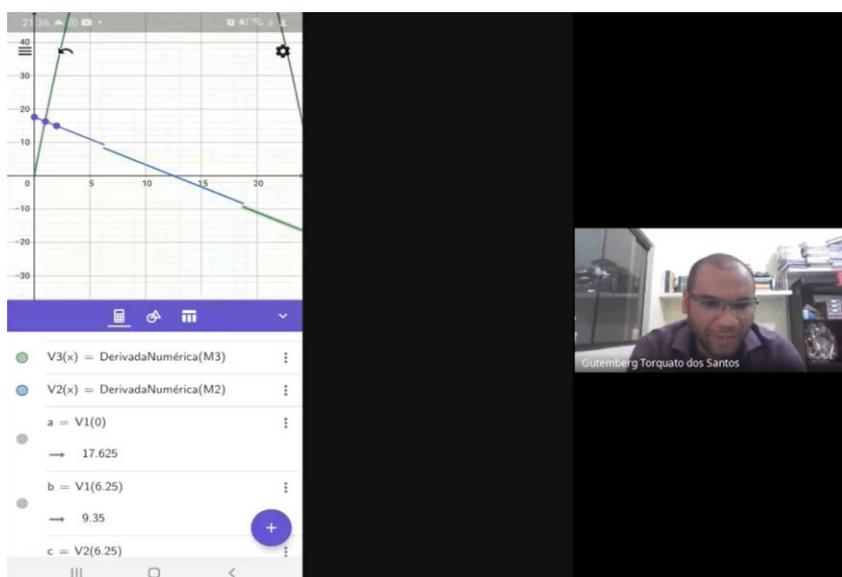
Figura 20 – Diagrama do estudante E11 após as devidas orientações



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Esses compartilhamentos aconteciam nos dispositivos em que eles estavam assistindo a *live*, computador ou celular (como o exemplo mostrado na Figura 21).

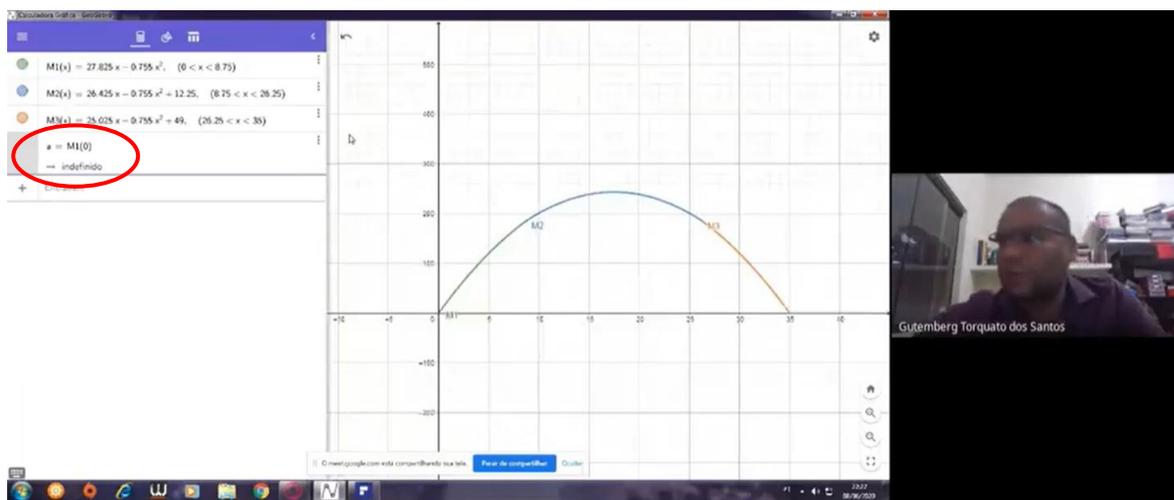
Figura 21 – Compartilhamento da tela do celular



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Todos os problemas apresentados pelos alunos, todos foram resolvidos com sucesso. O estudante E9 afirmou que não conseguiu obter a derivada da expressão do momento pelo GeoGebra. Foi solicitado que compartilhasse sua tela como mostra a Figura 22.

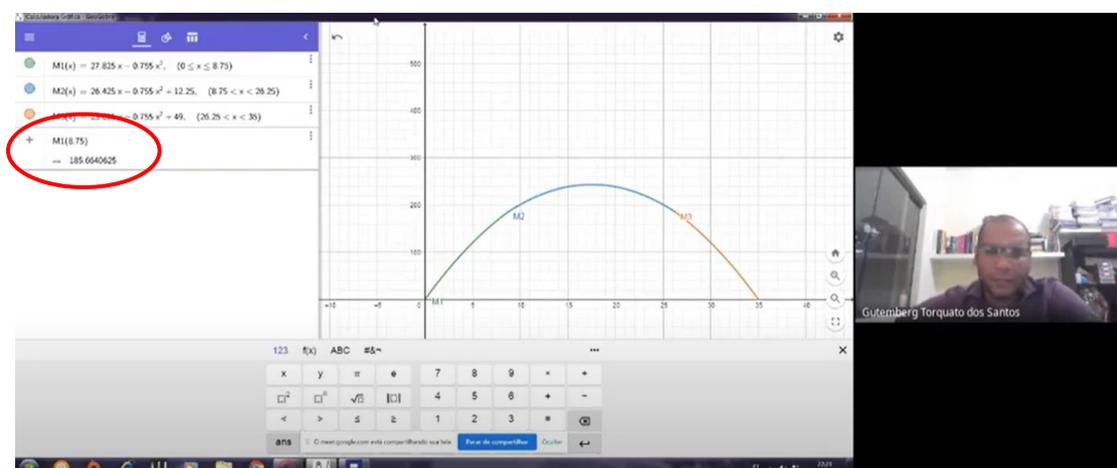
Figura 22 – Tela do aluno E9 indicava “indefinido” no campo das funções



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Após identificar a inconsistência, que foi o uso incorreto do “<” na escrita da expressão matemática, o aluno foi orientado a corrigir, para “≤”. Como resultado, o GeoGebra apresentou o valor numérico da derivada da função do momento, demonstrado na Figura 23.

Figura 23 – Solução do E9 após orientações



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

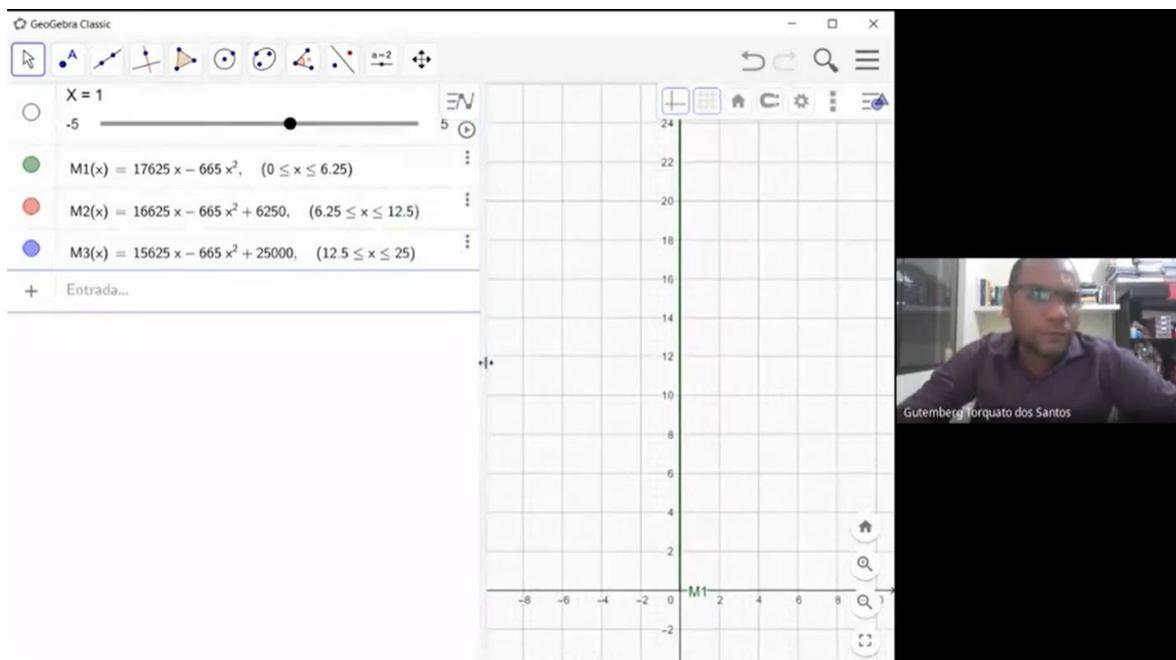
No nono encontro (<https://youtu.be/vdr2PC6Hs5U17>) dando continuidade à resolução da situação proposta, foi explicado como fazer a derivada das funções pelo GeoGebra. Em seguida, após calcular as funções derivada, o aluno traçou o diagrama da força cortante por meio da área gráfica do GeoGebra, fazendo uma análise

¹⁷ Link do vídeo na plataforma *YouTube* do 9º encontro.

minuciosa de cada curva, ponto, comportamento, valores e rótulos, o que possibilitou um entendimento bem mais assertivo devido à demonstração ilustrativa por meio dos gráficos apresentados pelo GeoGebra. Na ocasião, explicou-se também que o objetivo da pesquisa, ao utilizar um recurso tecnológico no ensino de flexões em vigas e estruturas, é simplificar o entendimento e a aplicação prática, a fim de otimizar o tempo de resoluções, uma vez que a análise é realizada por meio dos gráficos de cada problema, sendo necessário construí-los.

Assim como nos encontros anteriores, neste, os alunos também tiveram dúvidas no entendimento das funções e gráficos e nas análises com os significados dos valores apresentados. Contudo, as dúvidas foram sanadas após compartilharem sua tela na *live*, o que permitiu visualizar exatamente a dificuldade/dúvida, proporcionando um dinamismo e uma interação espontânea durante as aulas, o que não vivenciava nas aulas tradicionais. O estudante E14 estava com dificuldade nas configurações de visualização gráfica dos diagramas, devido ao *zoom* (Figura 24).

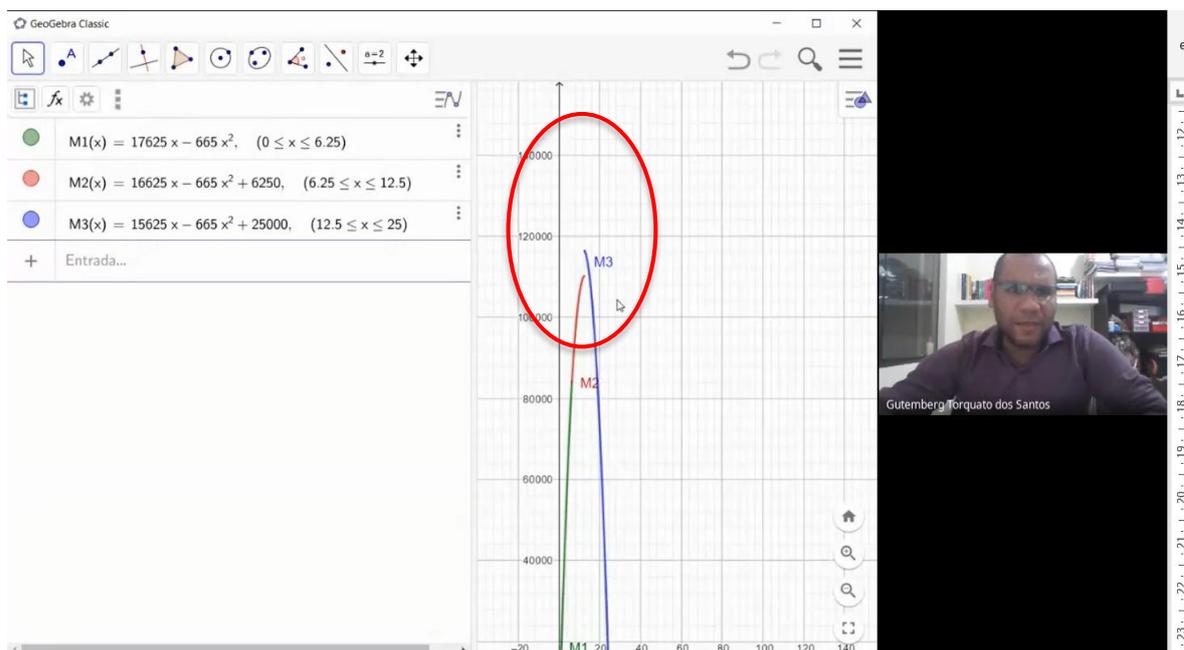
Figura 24 – Tela do estudante E14



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Depois de enquadrar adequadamente as curvas, percebeu-se que estavam inconsistentes, como mostra a Figura 25.

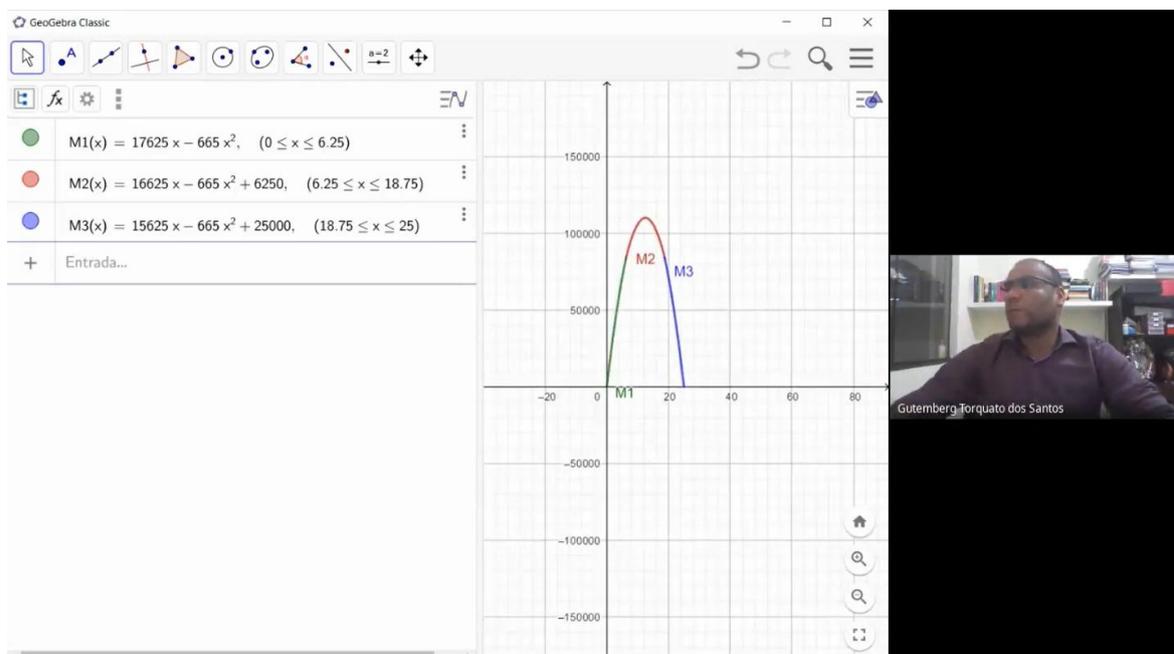
Figura 25 – Idem ilustração anterior



Fonte: Do autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Após as orientações devidas, o aluno obteve um resultado satisfatório, as curvas foram ajustadas e ele entendeu onde estava a incorreção (Figura 26).

Figura 26 – Diagrama/curva após as orientações



Fonte: O autor (2020), extraído do *Google Meet*.

Num determinado momento, salientou-se que a construção do saber na área de exatas consiste na indissociabilidade da parte pensante (interpretação) e na

modelagem matemática (cálculos). Os recursos tecnológicos em alguns casos, como, por exemplo, nesta atividade, podem suprir e suplementar a parte de cálculos, subsidiando-os de forma satisfatória.

Após a realização das atividades nos encontros, foi observado que a utilização do recurso tecnológico no ensino de flexões de estrutura promoveu maior interesse e interação dos alunos. Dessa forma, entende-se que o GeoGebra pode ser um excelente aliado do professor na facilitação do ensino e do aluno, por estimular e instigar a participação e a interação no ambiente acadêmico.

4.3. Fechamento da intervenção pedagógica

Para finalizar a prática desenvolvida, os participantes foram submetidos a outro formulário semiestruturado, anexado no APÊNDICE G, agora para discorrer como eles avaliaram a utilização do programa GeoGebra na prática pedagógica.

Os alunos foram unânimes em afirmar que a utilização do recurso tecnológico facilitou a compreensão, como afirmou o E8: “O programa facilita, e dá uma nova visão para resoluções de problemas, em geral o programa vem como um mecanismo de agilidade e praticidade para o desenvolvimento do ensino”. Nessa mesma perspectiva, os demais corroboraram essa opinião, alguns até explicitando o quanto simplificou a análise dos esforços de flexões na viga da situação-problema, em estudo. Nesse sentido, os estudantes E3 e E10 disseram, respectivamente: “[...] as análises são simplificadas na construção dos diagramas quanto a força cortante e momento fletor” e

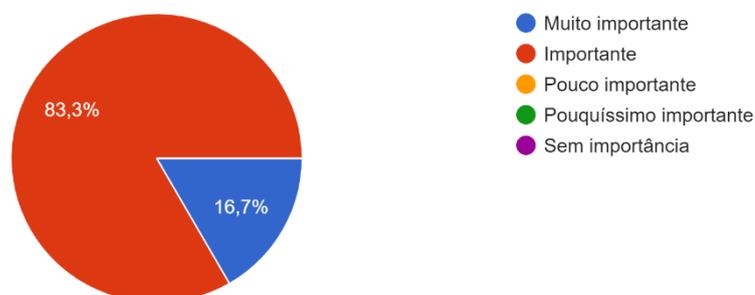
“[...] especialmente na parte de enxergar a ação das cortantes e momentos na viga. Eu particularmente tinha muita dificuldade em entender isso apenas com o papel. O *software* me ajudou bastante nesse aspecto. Não só isso, mas ele também é ótimo para confirmar os cálculos”.

É notório o entusiasmo dos estudantes após a compreensão da proposta de ensino do conteúdo de Resistência dos Materiais, subsidiado pelo GeoGebra.

Gráfico 6 – Contribuição para solução da situação problema proposta

Em sua opinião, qual grau de importância do uso do software Geogebra colaborou para resolução da atividade proposta, bem como na compreensão do comportamento das funções?

18 respostas



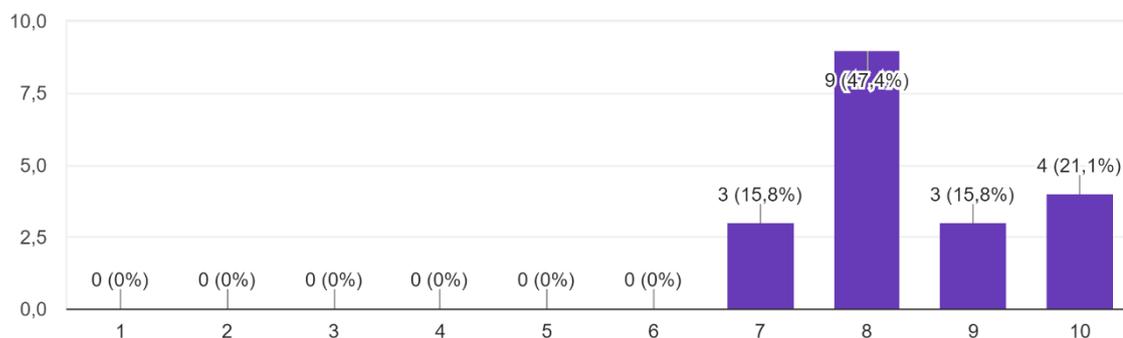
Fonte: Do autor (2020), por meio do *Google Docs*.

A avaliação dos alunos em relação à utilização do GeoGebra nas aulas teve um bom índice de aprovação e aceitação, como mostra o Gráfico 6. A maioria absoluta considerou que o recurso foi importante ou muito importante na resolução da atividade proposta. O Gráfico 7 indica uma escala de classificação da experiência. Como resultado, os participantes consideraram de ótimo a excelente.

Gráfico 7 – Classificação da experiência utilizando o GeoGebra

Como você classificaria de 0 (horível) à 10 (excelente) sua experiência em utilizar o GeoGebra na resolução das atividades propostas?

19 respostas



Fonte: Do Autor (2020), por meio do *Google Docs*.

Os participantes aventaram que o GeoGebra tem potencial para ser largamente explorado, inclusive, em outras disciplinas. Eles mesmos citaram vários exemplos:

álgebra, topografia, física (“...seria uma tentativa boa... na parte de velocidade por meio de gráficos, funções e etc.”, por E2), cálculo (“inclusive tivemos uma demonstração em cálculo”, por E11), mecânica (“seria interessante usufruir em todo o curso, auxiliando e facilitando de forma prática a compreensão”, por E13). Assim sendo, 100% dos participantes responderam que pretendem continuar utilizando o GeoGebra, que já fez parte da prática docente do pesquisador durante as avaliações oficiais do semestre. As provas foram realizadas em formato virtual, por meio do *Google Docs*. Uma das questões foi elaborada com o intuito de ser facilmente resolvida por meio do GeoGebra. E, como previsto, todos os alunos resolveram a referida questão, subsidiados pelo GeoGebra, o que foi satisfatório.

No formulário também foi solicitado que comentassem sobre sua experiência de aula utilizando o GeoGebra. As respostas anônimas se destacaram, principalmente, pelo entusiasmo dos alunos participantes e a gratidão ao perceberem que a prática contribuiu para apropriação de novos conhecimentos. Eis alguns exemplos (Figura 27).

Figura 27 – Comentários de alunos pelo Classroom após utilizar o GeoGebra

Não poderia deixar de destacar a iniciativa do professor que com certeza é digna de elogios, pois passar o conhecimento do software foi algo que nenhum professor até o momento tentou repassar.

Muito boa, e muito obrigada por toda paciência em realmente pegar na mão de cada um de nós e nos explicar ponto a ponto, isso não tem preço, vou sempre me lembrar disso

Bom, eu já conhecia o geogebra mas nunca tinha me aprofundado nele. A experiência foi boa pois descobri que existem inúmeras coisas possíveis de se fazer com o programa, desde ver esforços até fazer desenhos com funções. Enfim, achei muito didático a utilização do mesmo.

Fonte: Do autor (2020), por meio do *Google Docs*.

É válido também apresentar algumas das mensagens recebidas pelo *Classroom* e *Whatsapp* após a intervenção realizada. Notoriamente, percebe-se que ficaram entusiasmados e agradecidos. Um dos alunos, o E3 relatou sua percepção quanto a prática pedagógica como mostra a Figura 28.

Figura 28 – Comentário de E3

Primeiramente gostaria de agradecer ao professor pela ideia da utilização deste aplicativo, foi de grande ajuda para a compreensão do conteúdo do 3º período no tempo de crise atual.

Ainda mais porque o aplicativo pode ser utilizado na prova e isso poupou muito tempo.

Depois de entender o funcionamento do mesmo tudo se torna fácil, e possibilita a compreensão muito mais ampla sobre funções que são ensinadas desde o ensino fundamental mas de forma pouco prática.

Enfim, o app é prático, rápido, não erra algebricamente e depois de usá-lo algumas vezes é difícil suportar perder tempo fazendo contas à mão. Afinal a tecnologia está para trabalhar a favor do desenvolvimento.

Fonte: Do autor (2020), por meio do *Google Classroom*.

De forma geral, todos se sentiram acolhidos, ao perceberem que participaram diretamente da aula (Figura 29). Mesmo que no início a exposição da teoria tenha sido de forma tradicional, a prática da proposta pedagógica diferenciada, motivou-os para o novo, o diferente. Assim, esta nova geração de profissionais pôde vislumbrar um horizonte diferente.

Figura 29 – Comentário de E11

A experiência foi ótima. No começo parecia um pouco confuso, mas com uma ajuda do professor foi facilitando o uso do programa e assim as coisas foram ficando ótimas. Obtive conhecimento em usar um recurso que facilita em resolver questões propostas, onde o programa nos proporciona gráficos, figuras geométricas, translação e rotação, cálculo de ângulo e muitos outros recursos. Esse recurso tecnológico está sendo muito bom, um recurso que recomendo.

Fonte: Do autor (2020), por meio do *Google Classroom*.

Já foi mencionado que a geração denominada por Prensky, de “Nativos Digitais”, diferentes de “Imigrantes Digitais”, nasceram na era da tecnologia, sob o império dos computadores na sociedade (PRENSKY, 2001). Apesar disso, alguns relatos evidenciam que, inicialmente, tiveram dificuldades (Figura 30) por estarem acostumados e limitados a redes sociais e à navegação rasa na *internet*. Muitos chegam a pensar que, pelo fato de usarem intensamente as redes sociais nos mais diversos dispositivos, seja computador, *smartphone*, *tablets* entre outros, podem ser considerados como “tecnologicamente alfabetizados”. Em outras palavras, a fluência na tecnologia da informação não está relacionada à navegação na *internet*, nem ao uso desenfreado das redes sociais, mas, sim, ao uso assertivo e proveitoso de aplicações, seja de cunho didático, seja corporativo, em termos de produtividade, negócios, finanças, entre outros.

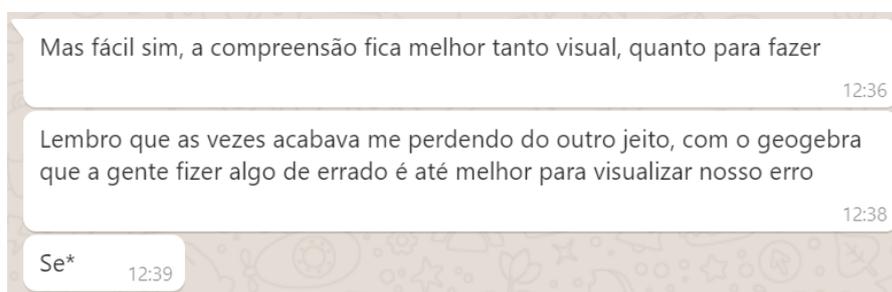
Figura 30 – Comentário de E6

A experiência em si foi muito boa pelo fato de estarmos utilizando um programa que facilitou muito e ajudou muito no entendimento da matéria. O programa fez com que eu percebesse erros em contas, eu achava que seria mais complicado pelo fato de nunca ter mexido com o programa, mais foi tranquilo, claro que tive algumas dificuldades em utilizar no começo, mais foi uma experiência nova mais boa e produtiva.

Fonte: Do autor (2020), por meio do *Google Classroom*.

Por fim, um estudante anônimo, remanescente da disciplina, que já tinha cursado no semestre anterior comentou sua opinião como mostrado na Figura 31.

Figura 31 – Comentário de estudante anônimo



Fonte: Do autor (2020), por meio do *WhatsApp*.

Em resumo, é possível afirmar que os objetivos foram alcançados e o previsto inicialmente ocorreu, obtendo-se resultados satisfatório, conforme se observou nas mensagens recebidas dos alunos, principalmente, no que se refere aos processos de ensino e aprendizagem. A utilização do recurso tecnológico no ensino desta prática foi um agente facilitador no desenvolvimento da análise do comportamento de estruturas sob influência de carregamento externos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar a pesquisa, buscou-se responder à questão central: como o *software* GeoGebra poderia contribuir para o ensino de flexões na disciplina de Resistência dos Materiais para uma turma dos cursos de Engenharia? De fato, o uso do recurso tecnológico GeoGebra facilitou o ensino do conteúdo de flexões de elementos estruturais. Também foi perceptível que tal recurso proporcionou maior interação entre os alunos, pois a participação foi direta, fazendo com que eles fossem os protagonistas da aula nos encontros.

É possível afirmar que os objetivos inicialmente propostos foram alcançados, uma vez que foram identificados os conhecimentos prévios fundamentais e necessários dos participantes para desenvolver os conceitos de flexões em estruturas, que foram percebidos durante a intervenção pedagógica, quando, na situação-problema proposta, os alunos resolveram funções e gráficos de 1^a, 2^a e 3^a ordem.

A pesquisa foi delineada por uma prática pedagógica, utilizando o *software* GeoGebra, como recurso tecnológico. Foi proposta uma situação-problema, de flexões de estruturas, na disciplina de Resistência dos Materiais, no curso de engenharia civil, elétrica e mecânica. A realização da atividade resultou em uma simplificação no ensino da análise de flexões de elementos estruturais por intermédio do subsídio tecnológico. O resultado da prática foi satisfatório, uma vez que os alunos, ao final, já com os novos conhecimentos, confirmaram que sentiram pouca dificuldade no entendimento e na compreensão dos conteúdos estudados.

Ao final da intervenção, os resultados foram analisados conforme preconizava um dos objetivos específicos. Ainda, no estudo ficou evidenciado que o uso do

GeoGebra no ensino de flexões de elementos estruturais para traçar os diagramas da força cortante e do momento fletor apresenta algumas vantagens importantes:

- Proporciona uma visualização por meio dos gráficos (diagramas);
- Permite interatividade contínua dos estudantes com o conteúdo de estudo: análise dos esforços internos decorrente das forças externas;
- Facilidade na obtenção de valores pontuais, sem a necessidade de cálculos manuais;
- Agilidade no tempo de realização e de resolução de exercícios e da situação-problema;
- Simplicidade por meio da visualização gráfica dos diagramas;
- Minimização de erros, já que o GeoGebra apresenta instantaneamente qualquer incorreção;
- Contribuição no entendimento dos alunos nos novos conceitos abordados.

Assim, é possível afirmar que uma prática pedagógica, quando bem planejada, pode valer-se de recursos tecnológicos para subsidiar o ensino e obter bons resultados. Isto foi latente, pois o percentual de aprovados foi de 67%, quando, antes, a média era de quase 70% de reprovados. Supostamente, este sucesso seja decorrente da contribuição do uso do GeoGebra. Nos semestres anteriores, com outras turmas, era recorrente o alto índice de reprovação.

É válido ressaltar que, apesar do êxito em alcançar os objetivos previamente determinados, houve diversos percalços durante a realização da pesquisa, principalmente devido à pandemia causada pelo vírus COVID-19, que motivou a realização das aulas virtualizadas síncronas, impactando diretamente as análises, percepções e *feedback*, que poderiam ser melhor obtidos na forma presencial. No entanto, a pesquisa foi realizada e concluída com a melhor acuidade possível. Todos os encontros foram gravados e totalizaram em quase 20h de gravação, que foram estudados e analisados minuciosamente.

Participar deste programa de mestrado foi para o pesquisador uma experiência única, um verdadeiro divisor de águas no mundo acadêmico. Com certeza, houve um antes, quando se sentia grande dificuldade em planejamento, incompreensão do

universo acadêmico, falta de entendimento das diversidades presentes numa sala de aula, desconhecimento dos inúmeros fatores diretamente ligados ao ensino, e um depois, quando tudo isso passa a ser melhor compreendido, ainda não superado e resolvido, até porque o caminho para excelência não tem linha de chegada. Sempre há algo a melhorar.

O tema trabalhado nessa pesquisa possivelmente tem potencial para estudos futuros, com o uso do GeoGebra em outras disciplinas dos cursos de graduação nas mais diversas áreas, não apenas nas exatas. É possível, por exemplo, estender a pesquisa e o uso para física, a mecânica, para o cálculo numérico, integral, diferencial e computacional, para a estatística, a álgebra, a geometria plana e espacial, entre outros.

REFERÊNCIAS

- AMADO, Nélia Maria Pontes; CARREIRA, Susana Paula Graça. **Recursos Tecnológicos no Ensino e Aprendizagem da Matemática**. IN: Explorando a Matemática com Aplicativos Computacionais - Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Orgs. Maria Madalena Dullius, Marli Teresinha Quartieri. Lajeado: Ed. da Univates, 2015.
- ANDRADE, Pedro Paulo Tavares de. **O uso do GeoGebra para o ensino de geometria**. 16/05/2017 85 f. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: UERJ Maracanã CTC-A. Disponível no endereço <https://sca.profmat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?id=95173> Acesso em 28/05/2020 às 07:21
- ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Ângela; MOREIRA, Marco Antônio. **Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation**. Computers and Education, v. 50, n. 4, p. 1128-1140, 2008.
- ASSAN, Aloiso Ernesto. **Resistência dos Materiais**; Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2010.
- BEER, Ferdinand Pierre. [et al.] **Mecânica dos Materiais**, 7ª Ed. [tradução José Benaque Rubert] - Porto Alegre: Editora AMGH. 2015.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo** (3ª ed.). Lisboa: Edições 70, 1977
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Educação Matemática**. 2.ed. São Paulo: Centauro, 2005.
- BONA, Berenice de Oliveira. **Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 4, n. 1, p. 35 - 55, 2009. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID71/v4_n1_a2009.pdf. Acesso 26 dez. 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BORBA, Marcelo C.; VILLARREAL, Mónica E. **Humans with Media and the Reorganization of Mathematical Thinking** United States of America: Springer, 2004.

BORTOLOSSI, Humberto José; MACHADO, Edilson José Cuvello. **Usando o GeoGebra em dispositivos móveis para explorar invariantes geométricos na sala de aula**. Comunicação apresentada no XII Encontro Nacional de Educação Matemática. São Paulo, Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/6909_3307_ID.pdf> acesso em 28/05/2020 às 07:40

BORTOLOSSI, Humberto José. **GeoGebra. Software de Matemática Dinâmica Gratuito**. Disponível em <<http://www.professores.uff.br/hjbortol/GeoGebra/index.html>> Acesso em: 25 de abr. 2012.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/DocDiretoria.pdf>> Acesso em 26 dez. 2019.

BROWN, John Seely. **How the Web Changes Work, Education, and the Ways People Learn**. USDLA – *United States Distance Learning Association*. *From Change, Growing Up Digital*, March/April, 2000, pp 10-20. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20081222070044/http://www.usdla.org:80/html/journal/FEB02_Issue/article01.html> Acesso em: 04 mar. 2019.

CARVALHO, Anna Cristina Barbosa Dias de; PORTO, Arthur José Vieira; BELHOT, Renato Vairo. **Aprendizagem Significativa no Ensino de Engenharia**. Revista PRODUÇÃO - USP/São Carlos-SP. v. 11 n.1, nov. 2001.

CHAVES, Eduardo. **Tecnologia na Educação**. Revista de Educação, PUC-Campinas, v-3, n. 7, p. 29-43, novembro 2004.

CHEMIN, Beatris F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015. E-book. Disponível em: <http://www.univates.br/biblioteca>. Acesso em: 13 mar. 2019.

CÔRREA, Maíra Baungarten. Tecnologia. In: CATTANI, A. D. (Org.). **Trabalho e tecnologia: dicionário crítico**. Petrópolis: Vozes: Porto Alegre: Ed. Da UFRGS, 1997.

CUNHA, Antônio Geraldo da. **Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

CUNHA, Nathália B.; CUNHA, Norival C.; CUNHA, Thais N. B. **Geração Digital – Transformação Pedagógica**. Cadernos Funcamp, Monte Carmelo, v. 14, n. 20, p. 74 - 83. 2015. Disponível em: <<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/view/506>> Acesso em: 05 out. 2019.

DAMASCENO, Handherson Leylton Costa. **Os tablets chegaram: as tecnologias móveis nas escolas de Salvador/Bahia**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 10 ed. São Paulo: Autores Associados, 2015.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2002.

DINIZ, Paulo Ricardo Torres. **Tecnologias e sistemas interativos**. Paraná: Universidade Norte do Paraná, 2011.

FROTA, Maria Clara Rezende; BORGES, Oto. **Perfis de entendimento sobre o uso de tecnologias na Educação Matemática**. Anais, 27ª reunião anual da ANPED, 2004.

HOHENWARTER, Markus. **GeoGebra - informações**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/help/docupt_BR.pdf> Acesso em 28 nov. 2019.

HIBBELER, Russel C. **Resistência dos Materiais**. 10 ed. [tradução Sérgio Nascimento] - São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GRANDO, Regina Célia *et al.* **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. São Paulo: Paulus, 2000.

GRAVINA, Maria Alice. **Geometria Dinâmica: Uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7. Belo Horizonte, 1996. SBIE. p.1-13, nov. 1996. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri2014/pdf/maria-alice_geometria-dinamica1996-vii_sbie.pdf> Acesso em 06 out. 2019.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e tempo de docente**. Campinas, SP: Papirus, p. 171, 2014.

LAKATOS, Eva Maria.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAKOMY, Ana Maria. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. 1. ed. Curitiba: InterSaber, 2014.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente**. 1 ed. Curitiba, Appris, 2015.

LEOPARDI, Maria Tereza *et al.* **Metodologia da pesquisa na saúde**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

MARTHA, Luiz. **Análise de estruturas: conceitos e métodos básicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MARTINS, Zélia. **As TIC no ensino-aprendizagem da Matemática**. In: Anais do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Universidade do Minho. Portugal. 2009. p. 2727-2742.

MELO, Enaldo Vieira de *et al.* **Ensino-Aprendizagem de Funções Trigonométricas Através do Software GeoGebra Aliado À Modelagem Matemática**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – UFAL, Instituto de Ciências Exatas. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 09 jun. 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 2, p. 1-20, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo, 2010.

MOCCIO, Cassiano Ricardo Conceição. **Uso do GeoGebra no ensino de trigonometria** 27/08/2014 79 f. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: UFABC.

MORAN, José Manuel. **Integrar as tecnologias de forma inovadora**. In: **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Papirus, 21. ed., p.36-46, 2013. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/utilizar.pdf. Acesso em: 24 nov. 2019.

MORAN, José Manuel. **Novas tecnologias e o reencantamento do mundo**. Tecnologia educacional, v. 23, n. 126, p. 24-26, 1995.

NEIDE, Italo Gabriel.; QUARTIERI, Marli Terezinha. **Recursos tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática e da Física**. MM Dullius, & M. T Quartieri. Aproximando a Matemática e a Física por meio de recursos tecnológicos: Ensino Médio, p. 9-14, 2016.

NEIDE, Italo Gabriel.; QUARTIERI, Marli Terezinha. Recursos Tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática e da física. In: **Aproximando a Matemática e a Física por meio de recursos tecnológicos: Ensino Médio**. Maria Madalena Dullius, Marli Teresinha Quartieri (Org.). Lajeado: Ed. Da Univates, 2016. p. 9-14. Disponível em: https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/191/pdf_191.pdf. Acesso em 21 dez. 2019.

NEIDE, Italo Gabriel. [et al.] **Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.36, n.2, p. 567-588, ago. 2019.

NEIDE, Italo Gabriel.; QUARTIERI, Marli Terezinha. **Recursos tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática e da Física**. In: DULLIUS, M. M.; QUARTIERI, M. T. (Orgs.). Aproximando a Matemática e a Física por meio de Recursos Tecnológicos: Ensino Médio. Lajeado: Univates, 2016. cap.1, p.9-14.

NOGUEIRA, Makeliny Oliveira Gomes. **Aprendizagem do Aluno Adulto: Implicações para a Prática Docente no Ensino Superior**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2012.

PAIVA, Marcos Henrique Pereira. **Aprendizagem de Frações com Softwares e aplicativos matemáticos online**. Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Univates. Lajeado, 2016. 112f.

PEIXOTO, Carlos Antônio Ferreira. **O Uso do GeoGebra no Ensino de Polinômios e Outras Funções**. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional Instituição de Ensino: Universidade Federal de Goiás, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4790/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Carlos%20Antonio%20Ferreira%20Peixoto%20-%202015.pdf>> Acesso em 4 dez. 2019.

PELLI, Débora. **As contribuições do software GeoGebra como um mediador do processo de aprendizagem da geometria plana na educação a distância (EaD) em um curso de licenciatura em pedagogia**. 201. 249 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

PIETROCOLA, Maurício. **Construção e Realidade: O Realismo Científico de Mário Bunge e o Ensino de Ciências através de Modelos**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.

PRENSKY, Marc. **Digital Natives, Digital Immigrants** Part 1. On the Horizon, v. 9, n. 5, p. 1 - 6, outubro 2001. Disponível em: <<https://poetadasmoreninhas.pbworks.com/w/file/attach/60222961/Prensky%20-%20Imigrantes%20e%20nativos%20digitais.pdf>> Acesso em 05 out. 2019.

REHFELDT, Márcia Jussara. Hepp *et al.* **Investigando os conhecimentos prévios dos alunos de cálculo do Centro Universitário Univates**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 31, n. 1, p. 24-30, 2012 – ISSN 0101-5001. Disponível em: <<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/106/86>> Acesso em 26 dez. 2019.

ROCHA, Carlos Alves. **Mediações Tecnológicas na Educação Superior**: volume 5. Curitiba – InterSaberes, 2013 – (Coleção Metodologia do Ensino na Educação Superior).

QUARTIERI, Marli. Terezinha *et al.* **Formação Continuada para Professores de Física e de Matemática: Possibilidade de Integração de Recursos Tecnológicos na Prática Pedagógica**. JIEEM v.11, n.2, p. 111-119, 2018. Disponível em: <<https://revista.pgsskroton.com/index.php/jieem/article/view/4464/4258>> Acesso em 06 out. 2019.

ROCHA, Carlos Alves. **Mediações Tecnológicas na Educação superior**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2013.

SAMPIERI, Roberto Hernández.; COLLADO, Carlos Fernández.; LUCIO, Maria Del Pillar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. Porto Alegre Penso, 2013.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Construção do conhecimento e Ensino de Ciências**. Em Aberto, Brasília, ano 11, nº 55, jul/set, 1992 p. 17-22.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. Ver. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Ana Cristina Ramos. **Os conhecimentos prévios no contexto da sala de aula**. Revista Metáfora Educacional (ISSN 1809-2705) – versão on-line, n. 2 (jul. - dez. 2005), 2005. Disponível em: <http://www.valdeci.bio.br/pdf/n02_2005/conhecimentos_previos_ana.pdf> Acesso em 26 dez. 2019.

SMOLE, Kátia Cristina Stocco. **Múltiplas Inteligências na Prática Escolar**, Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação, Cadernos TV Escola, 1999.

SORIANO, Humberto Lima.; SOUZA, Silvio. de **Análise de Estruturas – Métodos das Forças e Método dos Deslocamentos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderno Ltda., 2006.

SQUARISI, Dad. **Escrever Melhor: guia para passar os textos a limpo** / Dad Squarisi, Arlete Salvador. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2012.

SUHR, Inge Renate Frose.; SILVA, Simone Zampier. **Relação Professor-Aluno-Conhecimento**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2012.

STAKE, Robert E. **Pesquisa qualitativa [recurso eletrônico]: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre, RS: Penso Editora, p. 128, 2011.

VALENTE, José Armando. **Análise dos diferentes tipos de softwares usados na educação** - O computador na sociedade do conhecimento. Coleção Informática para a mudança na Educação, Livro MEC, 1999. Disponível em <<http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/sisotani/aulas/SLC0610/livroMEC.pdf#page=71>>, acesso em 28 nov. 2019.

WEISZ, Telma. **O diálogo entre o ensino e a aprendizagem**. Telma Weisz, com Ana Sanchez. 3 ed. São Paulo: Ática, 2018 (Palavra do Professor).

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE A

TERMO DE CONCORDÂNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Ao Sr. Wellington Nascimento Moura,

Diretor da Faculdade Integradas Aparício de Carvalho

Eu, Gutemberg Torquato dos Santos, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari - Univates em Lajeado, Rio Grande do Sul, venho solicitar a autorização para realizar a pesquisa e utilizar o nome FIMCA no texto produzido, e para coletar dados neste estabelecimento de ensino para realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “O USO DO GEOGEBRA PARA O ENSINO DE FLEXÃO EM ESTRUTURAS: RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS NA ENGENHARIA”. O objetivo geral é investigar como o *software* GeoGebra pode contribuir para o ensino de flexões na disciplina de Resistência dos Materiais para uma turma do curso de Engenharias. Afirmo ainda que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações, questionários, sequências didáticas, fotografias e vídeos com alunos do referido curso. Desde já, agradeço pela disponibilidade da instituição em participar da pesquisa que visa a contribuir para o desenvolvimento do ensino de Resistência dos materiais dentro e fora da instituição.

Eu, Wellington Nascimento Moura, pelo presente termo de concordância que autorizo a realização da pesquisa prevista na Faculdade Integradas Aparício de Carvalho - FIMCA.

Vilhena, 20 de fevereiro de 2020

Diretor da FIMCA

Gutemberg Torquato dos Santos
Mestrando em Ensino de Ciências Exatas – Univates.

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

À _____,

Convidamos o(a) Sr(a) para participar da Pesquisa “O USO DO GEOGEBRA PARA O ENSINO DE FLEXÃO EM ESTRUTURAS: RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS NA ENGENHARIA” sob a responsabilidade do pesquisador Gutemberg Torquato dos Santos, que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, tendo como orientadora a Professora Dr.^a Miriam Inês Marchi e coorientador Professor Dr. Ítalo Gabriel Neide.

O objetivo da pesquisa é “investigar como o *software* GeoGebra pode contribuir para o ensino de flexões na disciplina de Resistência dos Materiais para uma turma do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Integrada Aparício Carvalho - FIMCA”, sob a justificativa da importância do uso de recursos tecnológicos como estratégia de ensino em sala de aula na formação de novos engenheiros civis.

Sua participação é voluntária e se dará por meio de participação na resolução de situações didáticas, preenchimento de formulário de avaliação.

Está de acordo que todo o processo de pesquisa está inscrito em rigorosos princípios éticos que garantem sigilo, privacidade e respeito, preservando sua integridade, bem como, será informado (a) sobre todos os passos da pesquisa, sobre o tratamento, os desdobramentos das articulações dos conteúdos, bem como do corpus elaborado.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são: desconforto em compartilhar informações acerca de suas concepções e experiências sobre uso de *software* GeoGebra no ensino de conhecimentos na disciplina de resistência de materiais; o constrangimento em responder alguma pergunta do questionário; o desconforto visual ou outro dano físico ao participar de atividade no computador ou no smartphone na sala de aula. Nesses casos, terá plena liberdade de não responder a qualquer pergunta da pesquisa e tem a garantia de indenização diante de eventuais danos morais ou materiais decorrentes da pesquisa. Se você aceitar participar, estará contribuindo para melhorar sua formação inicial, pois a utilização de novas tecnologias

está intimamente ligada à atuação profissional, poderá contribuir e aperfeiçoar novos métodos, técnicas e abordagens de uso de tecnologia em sala de aula pela prática desenvolvida na pesquisa.

Se depois de consentir em sua participação o Sr(a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O(a) Sr(a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o(a) Sr(a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Rua Liziane Zoraide Moreno Yasaka, 609, Bairro Jardim Eldorado, Vilhena - RO, 76987-094, pelo telefone (69) 98130-6292 ou por e-mail: gts.gutemberg@gmail.com.

Consentimento Pós-Informação.

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data ____/____/____

Assinatura do participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE C

FORMULÁRIO INICIAL (1º ENCONTRO)

Curso: Engenharia	Disciplina: Resistência dos Materiais
Semestre: 2020/1	Duração: 1 hora e 30 minutos

IDADE:	GÊNERO: Masculino () Feminino () Outros ()
---------------	--

Formulário para diagnóstico e contextualização da pesquisa

1. Que tipo de dispositivo utiliza para acessar à *Internet*?

2. Quantas horas por dia faz uso da *internet*?

() 1-2; () 3-4; () 5-6; () 7-8; () >10;

3. Descreva para qual finalidade mais utiliza a *Internet*.

4. Sabe o que são Tecnologias Digitais? () Sim – () Não

5. Se sim, conhece alguma tecnologia digital que pode ser utilizada como recurso no ensino? () Sim – () Não

Quais? _____

6. Até agora, qual disciplina você teve/tem maior dificuldade?

ENSINO FUNDAMENTAL	ENSINO MÉDIO	ENSINO SUPERIOR
() Português	() Letras (Português, Inglês, Espanhol)	() Humanas
() Matemática	() Exatas (Matemática, Geometria, Física, Química)	() Exatas

<input type="checkbox"/> História, Geografia, Biologia	<input type="checkbox"/> Humanas e Ciências da Natureza (História, Geografia, Biologia)	<input type="checkbox"/> Saúde
--	--	--------------------------------

7. Qual a sua principal forma de comunicação? (com a família, no trabalho, na faculdade).

COM A FAMÍLIA	NO TRABALHO	NA FACULDADE
<input type="checkbox"/> Celular (aplicativos de mensagens)	<input type="checkbox"/> Celular (aplicativos de mensagens)	<input type="checkbox"/> Celular (aplicativos de mensagens)
<input type="checkbox"/> Telefone por Ligação	<input type="checkbox"/> Telefone por Ligação	<input type="checkbox"/> Telefone por Ligação
<input type="checkbox"/> Pessoalmente	<input type="checkbox"/> Pessoalmente	<input type="checkbox"/> Pessoalmente

8. Você identifica algum recurso tecnológico presente no ensino ao longo de sua vivência em sala de aula? Se sim, quais? Cite exemplos.

9. Sobre o *software* GeoGebra, você conhece?

- a) Sim, já ouvi falar e fiz (faço) uso;
- b) Sim, já ouvi falar, mas nunca usei;
- c) Não, nunca ouvi falar;
- d) Talvez, vagamente.

APÊNDICE D

Plano de aula 2º encontro

Curso: Engenharia	Disciplina: Resistência dos Materiais	
Semestre: 2020/1	Duração: 1:30	Prof: Eng. Gutemberg Torquato

TEMA: Explorando algumas funções do GeoGebra.

OBJETIVO: Disponibilizar e apresentar aos alunos o programa GeoGebra; Conhecer as principais funções e recursos do GeoGebra; Identificar o nível de domínio dos alunos no conhecimento de polinômios.

METODOLOGIA: Aula expositiva e dialogada com o uso de slides para apresentação da proposta. Preenchimento de questionário.

CONTEÚDO: Conceitos e fundamentos de polinômios, função e equação de ordem 1, 2 e 3; Curva de gráficos de funções (crescente, decrescente e parábola)

AVALIAÇÃO: Observação do desenvolvimento, interação e realização da atividade proposta. Possivelmente identifique-se facilidade ou dificuldade dos alunos, durante a realização da atividade.

1. Acesse o GeoGebra e entre com a função: $ax^3 + bx^2 + cx + d$. Utilizando os 'deslizadores' "a", "b", "c" e "d" altere os seus valores entre o mínimo e o máximo (manual ou automaticamente). Observe o comportamento e as características da curva e explique cada alteração da curva nas possibilidades:

Possibilidade	1	2	3	4	5
Variações	a, b, c = 0	a e b = 0	a = 0	a e b = 0, c = negativo	a e b = 0, c = positivo

Possibilidade	6	7	8	9
Variações	a = 0, b = negativo	a = 0, b = positivo	a = negativo	a = positivo

1. $f(x)=ax+b$
2. $f(x)=ax^2+bx$
3. $f(x)=ax^2+bx+c$
4. $f(x)=ax^3+bx^2+cx+d$

APÊNDICE E

Plano de aula dos 3º e 4º encontros

Curso: Engenharia	Disciplina: Resistência dos Materiais		
Semestre: 2020/1	Duração: 1:30	Prof: Eng. Gutemberg Torquato	

TEMA: Situação-problema proposta para análise e estudo.

OBJETIVO: Identificar o conhecimento dos alunos na dedução e desenvolvimento de expressões matemáticas, conceitos trabalhados em sala de aula, da situação problema proposta referente à flexão de vigas;

METODOLOGIA: Aula expositiva e dialogada. Leitura e interpretação da situação problema proposta.

CONTEÚDO: Interpretação de problema, flexão de vigas em uma situação prática, dedução e levantamento de curvas (funções polinomiais).

AVALIAÇÃO: Observação do desenvolvimento, interação e realização da atividade proposta. Certamente seja notório o domínio e nível de entendimento dos alunos durante a realização dessa atividade.

Escreva seu RA							
H	G	F	E	D	C	B	A

Você foi contratado para projetar a estrutura de sustentação do telhado de uma igreja. Uma das vigas, além de sustentar uma força peso correspondente a X telhas, com massa de Y kg cada, distribuídas nessa viga uniformemente constante (carregamento “retangular”), também haverá a solicitação de esforços para sustentação de 2 caixas de som de massa Z kg cada uma, a serem fixadas na viga, por cabos de aço. As caixas serão fixadas nos pontos centrais de cada metade da viga, suspensas por um cabo de aço. Foi realizada uma visita técnica na obra, e obteve-se a medida do vão, que vale Y m. A viga é de concreto armado. (Obs.: de modo a evitar a transcrição da solução entre os alunos, as variáveis dependeu do número de RA. Para o presente exemplo os valores de X , Y e Z serão 120, 32 e 50, respectivamente.)

- $X = (5 \cdot \sum_H^A RA) + A$
- $Y = (\sum_H^A RA) + B$
- $Z = 4 \cdot Y$

Prerrogativas:

- Desconsiderar o peso da viga;
- Considerar aceleração da gravidade igual a 10m/s^2 ;
- Utilizar aproximação de 3 casas decimais nas respostas;
- Para solução será necessário o uso do programa GeoGebra no *smartphone* ou *laptop*;
- Todas as etapas deverão ser registradas em formato de imagens (*printscreen*) e identificadas pelo nome e enviadas digitalmente;

1. Desenvolva a função do momento fletor nos trechos necessários.

APÊNDICE F

Plano de Aula dos 5º e 6º encontros

Curso: Engenharia	Disciplina: Resistência dos Materiais	
Semestre: 2020/1	Duração: 1:30	Prof: Eng. Gutemberg Torquato

TEMA: Resolver a situação-problema no GeoGebra.

OBJETIVO: Identificar os conhecimentos dos alunos na análise e estudo de flexões em vigas para compor os diagramas das forças; Interagir com o GeoGebra por meio da manipulação de funções (1º, 2º e 3º grau); Analisar o comportamento das curvas de cada expressão.

METODOLOGIA: Utilização e manipulação do GeoGebra para realização das atividades.

CONTEÚDO: Análise de esforços de viga pelo método das seções; Elaboração dos diagramas do momento fletor (DMF) e da força cortante (DFC).

AVALIAÇÃO: Observação do desenvolvimento, interação e realização da atividade proposta com o manuseio do GeoGebra. Cada aluno deverá ter plena capacidade de obter as curvas e resolver as equações deduzidas.

1. Escreva no GeoGebra (Calculadora Gráfica) cada função obtida por meio do seguinte comando: *Função* (<função>, <valor inicial>, <valor final>). Analise o gráfico e obtenha os valores do momento máximo e sua posição.

$M_{\text{máx}}$: _____ kN.m | x : _____ m. $M(x_1)$: _____ kN.m | $M(x_2)$: _____ kN.m

2. Escreva no GeoGebra a função derivada do momento (força cortante) por meio do seguinte comando: *Função* (DerivadaNumérica (<Função>), <Valor de x Inicial>, <Valor de x Final>). Obtenha do gráfico os valores da força cortante nas extremidades.

	Cortante V (x inicial)	Cortante V (x final)
Curva 1		
Curva 2		
Curva 3		

3. Há continuidade na curva da força cortante? Explique.

4. Alguma curva cruza o eixo de X? () SIM | () NÃO.

Se sim, em qual ponto? _____m.

APÊNDICE G

FORMULÁRIO VERIFICAÇÃO FINAL

Curso: Engenharia Civil	Disciplina: Resistência dos Materiais
Semestre: 2020/1	Duração: 1 hora e 30 minutos

IDADE:	GÊNERO: Masculino () Feminino () Outros ()
---------------	--

Formulário de avaliação das atividades

1. Você já havia utilizado o GeoGebra para estudar funções, gráficos e resolver equações? () Sim | () Não
2. As atividades propostas, utilizando o GeoGebra, favoreceram de alguma forma a compressão do conteúdo? Comente.

3. Como você classificaria de 0 (horrível) à 10 (excelente) sua experiência em utilizar o GeoGebra na resolução das atividades proposta?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Péssima											Excelente

4. Você acha possível a utilização do *software* GeoGebra em outras disciplinas?
Se sim, quais?

5. Pretende continuar utilizando o *software* GeoGebra como recurso tecnológico no seu aprendizado? () Sim | () Não

6. Em sua opinião, qual grau de importância do uso do *software* GeoGebra colaborou para resolução da atividade proposta, bem como na compreensão do comportamento das funções??

- () Muito importante
- () Importante
- () Pouco importante
- () Pouquíssimo importante
- () Sem importância

7. A utilização do *software* GeoGebra favoreceu na compreensão do comportamento das forças na estrutura? () Sim () Não

Explique _____

8. Você poderia comentar algo que não foi mencionado acerca da prática pedagógica vivenciada? Fique livre para expressar-se.

Google Docs: <https://forms.gle/jXzgxUtRRQA63oms5>