

O USO DA TECNOLOGIA COMO APOIO ÀS AULAS DE CÁLCULO VETORIAL E GEOMETRIA ANALÍTICA ATRAVÉS DE APPLETS DESENVOLVIDOS NO GEOGEBRA

RESUMO

A dificuldade dos alunos ingressantes dos cursos de Engenharia na disciplina de Cálculo Vetorial e Geometria Analítica em interpretar e visualizar vetores no espaço tridimensional foi um fator motivacional para a realização de dois projetos desenvolvidos no Centro Universitário FEI. O principal objetivo foi o de aproximar os alunos à tecnologia a fim de auxiliá-los a compreender e visualizar os conceitos demonstrados em sala de aula. Para isso, foi desenvolvido dentro do software de matemática dinâmica, o GeoGebra, pequenos programas/aplicativos (applets¹) que permitissem ao aluno correlacionar os conteúdos analíticos vistos em sala de aula e compreendê-los melhor em um ambiente virtual – que já faz parte do cotidiano do jovem ingressante no ciclo básico das Engenharias. Com isso, o primeiro trabalho, realizado em 2016, buscou desenvolver os principais applets que compreendessem os assuntos mais relevantes da grade curricular da disciplina; o segundo trabalho, desenvolvido em 2018, ampliou essa busca, realizando um maior número de applets e atualizando aqueles existentes, os quais passaram a fazer parte do conteúdo programático do Centro Universitário FEI. Assim, para mensurar a apropriação dos alunos em relação a sua afinidade com a nova tecnologia proposta, foi desenvolvida nesta última pesquisa uma atividade que mostrou a grande aceitação por parte dos discentes que participaram dessa atividade, não só em relação ao desenvolvimento de suas respostas, que se mostraram satisfatórias, como também – e principalmente – pelas próprias avaliações desses. Desta maneira, os resultados obtidos chegaram a superar em alguns pontos sua expectativa, apontando a necessidade de novas pesquisas tecnológicas na área de docência como necessária para uma melhor evolução e acompanhamento do que o jovem ingressante da graduação vivência hoje.

Palavras-chave: Inovação no ensino superior. Tecnologia no auxílio à Geometria Analítica. Didática tecnológica em sala de aula.

¹ Disponíveis em: <https://www.geogebra.org/m/d5wzhdnq>

1 INTRODUÇÃO

Com base no cenário atual, o qual a disciplina de Cálculo Vetorial e Geometria Analítica vem apresentando altas taxas de reprovações no Centro Universitário FEI, a motivação de contornar essa situação se faz um de seus maiores desafios.

Para que seus resultados sejam reais, faz-se necessário estudar: (i) os fatores desmotivadores para os alunos, (ii) o que os estudiosos apresentam como dificuldades neste segmento e (iii) quais são as estratégias disponíveis para alcançar estes resultados.

Assim, através da elaboração de duas pesquisas feitas no Centro Universitário FEI, no período de 2016 a 2019, a qual a primeira teve seu destino voltado à criação de applets e a segunda à apropriação dos alunos através destes. Foi então possível perceber que um dos fatores mais impactantes para os alunos é a capacidade de absorver os conteúdos algébricos e interpretá-los geometricamente, sendo a falta de envolvimento dentro de sala de aula um dos possíveis fatores desta causa, podendo ser, para isso, adotado a tecnologia para melhor visualização e compreensão dos alunos, já que essa esta acompanha a vida do jovem ingressante em seu cotidiano.

Para isso, o projeto desenvolveu uma série de atividades que abrangem toda a grade curricular da disciplina, através do software de matemática dinâmica, o GeoGebra, com uso exclusivamente acadêmico e sem fins lucrativos. Também, apesar de possuir a vantagem de se apropriar de seus conteúdos, tanto em sala de aula como fora dela, os applets não possuem intenção de substituir o aprendizado tradicional, sendo este extremamente importante e único meio possível de se obter máximo rendimento com o material didático proposto.

Contando com diversos prêmios, o GeoGebra se destaca por sua facilidade de interação e sua capacidade de reunir diversos segmentos da matemática, como geometria, álgebra, planilhas de cálculo, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos. Além disso, o programa possui versão em português – o que facilita a compreensão dos alunos – e sua linguagem de programação o torna capaz de ser executado em diversas plataformas, facilitando, assim, o caminho do aluno para estudar os applets desenvolvidos. Sendo este conjunto de características o motivo pela escolha do GeoGebra sobre os demais softwares de matemática dinâmica.

Contudo, por se tratar de apropriação de conhecimento e pela dificuldade de mensurar e comparar os mais diferentes perfis de alunos e suas turmas, foi elaborada uma atividade a qual não houvesse responsabilidade acadêmica para os alunos e que não fossem obrigatórias a eles, sendo suas questões próprias e possíveis de serem solucionadas com os applets desenvolvidos, permitindo a esses fazer apontamentos sobre sua finalidade com o novo material apresentado, o qual obteve como resultado pelos alunos interessados uma excelente receptividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao explorar diversos estudiosos e autores de trabalhos na área da educação, Paula (2013) investiga as origens que dificultam a aprendizagem no ensino de geometria. Conforme seu estudo, ele descreve que algumas das dificuldades mais comuns para os alunos que iniciam o estudo em Geometria Analítica é saber relacionar assuntos algébricos com assuntos geométricos. Dificuldade esta que, segundo ele, originou-se de alguns fatores, como a deficiência histórica no ensino da matemática devido a forma como ela era tratada antigamente, como mera ferramenta para solução de alguns problemas; a má formação dos professores e sua precária abordagem dos conteúdos na sala de aula; e aos modelos tradicionais, que se mostram cansativos e desinteressantes aos alunos, o qual o professor é o único meio de informação e transmissão de conhecimentos.

Também, para Siqueira et al. (2012), os cursos de Engenharia podem apresentar melhores resultados de desempenho se o aluno se sentir mais envolvido com a aula, ou seja, se houver uma correspondência de suas expectativas. E, anteriormente, Santos (2008) concluiu que, para o Ensino Médio, o uso de tecnologias digitais na sala de aula (em seu caso, o software GrafEq) pôde ampliar a percepção dos estudantes no que se refere a Geometria Analítica.

Para Gladcheff, Zuffi e Silva (2011 apud Paula, 2013) o uso correto da tecnologia pode auxiliar o aluno em seu processo de aprendizagem, ajudando-o a relacionar os conteúdos teóricos, que os chamam “conceitos matemáticos”, com as práticas cotidianas, que as intitulam “mundo prático”. Deste modo, Paula (2013) elabora em seu trabalho atividades no software GeoGebra capazes de estimular no aluno o pensamento tanto algébrico quando geométrico, mostrando como resultado – baseado nas respostas dos alunos aos testes por ele feitos – que as atividades utilizadas com essa ferramenta tecnológica foram eficientes para desenvolver nos alunos uma análise mais concreta do que é o ensino de Geometria Analítica.

Zhang (2012) afirma que a combinação da prática tradicional de ensino (quadro-negro) com a prática multimídia (tecnologia) facilita o aprendizado dos estudantes, assim como auxilia os professores, aumentando a eficiência do aprendizado em sala de aula.

Após diversos testes, Reis e Ozdemir (2010) mostraram que o aprendizado preparado com o uso do GeoGebra foi mais eficaz que o método de aprendizagem tradicional. Tal conclusão foi proveniente dos resultados obtidos e das comparações feitas entre os dois grupos; o que apontou que o grupo experimental, que teve o aprendizado desenvolvido com o GeoGebra, obteve melhores notas que o grupo controle. Também, junto ao estudo, houve uma série de perguntas feitas aos alunos que tiveram contato com o software, indicando grande aceitação e interesse dos alunos por novas metodologias de ensino ministradas em conjunto a programas dinâmicos.

Desta maneira, considerando as dificuldades dos alunos de Engenharia com o aprendizado da disciplina de Cálculo Vetorial e Geometria Analítica e a falta de preparo dos discentes que este projeto propôs um modo de interação entre os docentes e os discentes de uma forma mais dinâmica, com o objetivo de explorar nesses, uma melhoria na visualização dos conceitos teóricos e relacioná-los com os exercícios práticos, além de contextualizar os assuntos propostos na ementa desta disciplina dos cursos de Engenharia.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para se atingir o objetivo de auxiliar os alunos do Centro Universitário FEI a melhor compreender os aspectos algébricos e correlacioná-los com os aspectos geométricos, as duas pesquisas realizadas tiveram o caráter qualitativo, no qual, em primeira instância, foram desenvolvidos applets, seguido da análise das apropriações de conteúdos através do auxílio desta tecnologia com o uso de uma atividade proposta para os alunos.

Os applets desenvolvidos seguiram uma sequência baseada nos assuntos presentes no livro de teoria e exercícios de Loreto e Loreto Junior (2014), respeitando todo o roteiro estipulado para as aulas conforme o currículo proposto pelo Centro Universitário FEI, com o intuito de complementar as aulas, não de suprimi-las, uma vez que sem elas o entendimento das atividades computacionais se torna mais difícil.

Para criar os melhores ambientes de trabalho para os alunos, foi necessário primeiramente estudar o comportamento do software GeoGebra e suas possibilidades de elaboração de atividades computacionais. Assim, devido à grande necessidade de recursos mais avançados para desenvolvimento dos applets, houve a inevitabilidade de aprofundamento dos estudos, obtendo como base para isso o manual oficial do software, que apresenta comandos e formas de execução de algumas ferramentas, e o livro de Baldin e Furuya (2011), que traz conceitos, exercícios e atividades computacionais no GeoGebra, mostrando de maneira fácil como criá-las e executá-las.

Desta maneira, para analisar a apropriação dos alunos, a segunda pesquisa precisou desenvolver mais applets com a intenção de abranger o maior conteúdo didático possível, a qual também se fez necessária a atualização de algumas atividades, possibilitando com isso sua disponibilidade na Grade Curricular oficial da disciplina, conforme mostra o Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Informações gerais dos applets vigentes

ID	TÍTULO DO APPLET	DESENVOLVIDO NO		DISPONÍVEL*	ATUALIZADO
		PROJETO 1	PROJETO 2		
1.1	Equipolência de Segmentos Orientados	☑		☑	⊘
1.2	Adição e Diferença Entre dois Vetores	☑		☑	⊘
2.1	Mudança de Base no R^2	☑		☑	☑
2.2	Mudança de Base no R^3	☑		☑	☑
3.1	Produto Escalar		☑	☑	---
3.2	Produto Vetorial	☑		☑	☑
3.3	Produto Misto	☑		☑	☑
4.1	Equações da Reta	☑		☑	⊘
4.2	Posições Relativas Entre Duas Retas		☑	☑	---
4.3	Equações do Plano		☑	⊘	---
4.4	Posições Relativas entre Retas e Planos		☑	⊘	---
5.1	Adição de Matrizes	☑		☑	☑
5.2	Produto de um Número Real por uma Matriz	☑		☑	☑
5.3	Multiplicação de Matrizes	☑		☑	☑
5.4	Matriz Inversa de Ordem 2 por Definição	☑		☑	☑
5.5	Matriz Inversa de Ordem 3 por Binet	☑		☑	⊘
5.6	Matriz Inversa de Ordem 3 por Definição	☑		☑	⊘
5.7	Operação com Matrizes	☑		☑	⊘

* Applets que estão disponíveis no Moodle e apresentados na Grade Curricular da disciplina

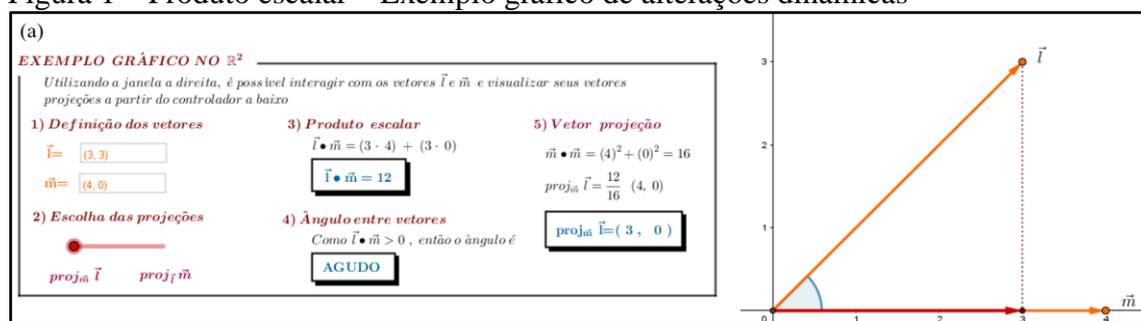
Fonte: Autores

3.1 APRESENTAÇÃO DOS APPLETS

Os applets desenvolvidos seguem uma lógica para facilitar a interação dos alunos com o ambiente proposto. Basicamente existem três categorias de applets: 2D, 3D e algébricos.

As atividades que discorrem sobre assuntos bidimensionais foram tratadas em um ambiente no qual o usuário pode interagir mais livremente com as janelas de visualização, podendo arrastar pontos, dar zoom e editar os parâmetros em tempo real. Como exemplo, a Figura 1 ilustra um caso da atividade de Produto Escalar, a qual o applet foi configurado para apresentar um exemplo de projeção do vetor \vec{l} sobre o vetor \vec{m} . Neste caso, toda a interação feita com os vetores (do lado direito da tela) são automaticamente corrigidas do lado esquerdo. Assim, se um aluno arrastar as extremidades dos dois vetores, \vec{m} ou \vec{l} , ele poderá observar a coordenada que descreve cada um deles, o resultado do produto escalar, o tipo de ângulo formado e o vetor projeção de um vetor sobre o outro.

Figura 1 – Produto escalar – Exemplo gráfico de alterações dinâmicas



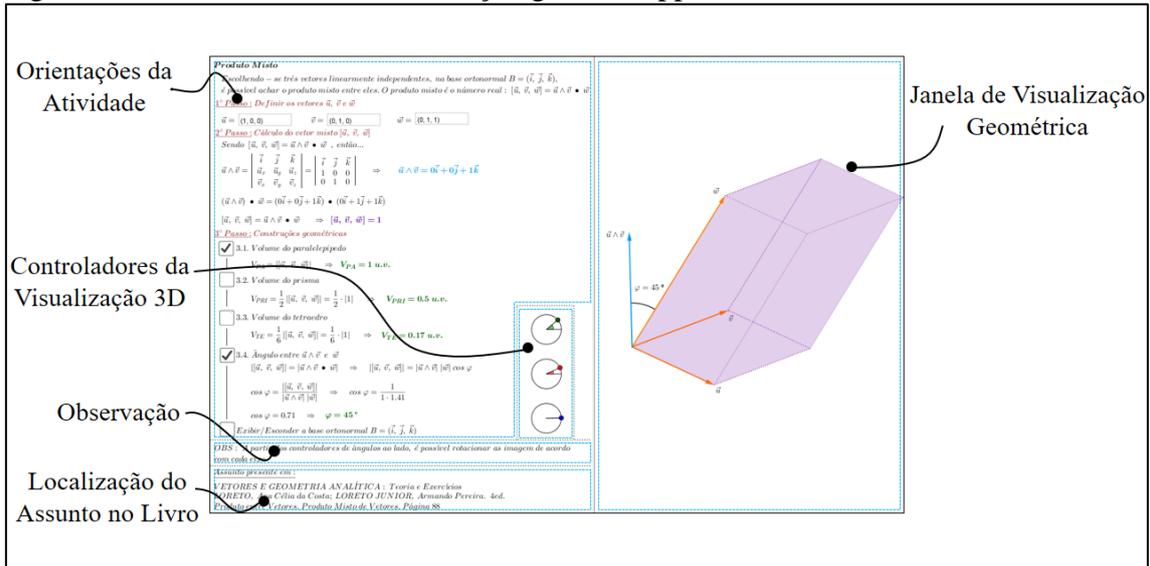
Fonte: Autores

No ambiente 3D, por se tratar de um software relativamente atual, seu ambiente tridimensional não se mostra tão confortável para trabalho quanto o ambiente 2D. Desta maneira, foi necessário a apropriação de uma abordagem já existente a qual, através de matrizes de transformações, o ambiente 3D pode ser representando dentro de um ambiente 2D com auxílio de controladores previamente desenvolvidos, como pode ser observado na Figura 2.

Neste exemplo de Produto Misto, o applet foi segmentado com uma aparência muito similar a dos demais applets, o qual o conteúdo do lado esquerdo da atividade é composto pelas orientações que possibilitam o aluno a percorrer todo o caminho para compreender o conteúdo de suas atividades, a parte de observações, a localização do assunto no livro para melhor entendimento do assunto e os controladores, que, através de um ponto descrito em um círculo, permite a rotação dos eixos representação na janela de visualização geométrica, do lado direito da atividade.

Por se tratar de uma apropriação de um ambiente tridimensional em um ambiente bidimensional, este tipo de applet inviabiliza a interação do aluno através da janela de visualização geométrica, ou seja, o aluno pode entrar com os dados desejados na parte de orientações da atividade e somente poderá observar seu resultado na janela de visualização geométrica. Apesar disso, a grande vantagem é que o aluno pode enxergar em um ambiente 3D elaborado especificamente para o tema em questão, com opções mais destinadas ao entendimento do espaço geométrico através da apropriação dos valores em um ambiente algébrico.

Figura 2 – Produto misto – Visualização geral do applet



Fonte: Autores

Legenda: Ambiente de visualização do applet desmembrado em partes para facilitar a explicação de seu funcionamento

O último estilo de applet criado foge do objetivo de auxiliar o aluno a enxergar melhor o espaço geométrico, porém segue a mesma linha de pensamento, a qual tenta estimular no aluno o raciocínio lógico. Desta maneira, seu conteúdo é puramente algébrico, como o caso dos applets que tratam sobre o assunto de matrizes.

No exemplo do applet desenvolvido para cálculo de Matriz Inversa, o fundamento da atividade é muito maior do que simplesmente mostrar o resultado da inversão de uma matriz. A atividade neste caso surge com um passo a passo para que o aluno possa compreender o desenvolvimento matemático que levou ao resultado observado. Assim, quando estiver estudando um dos exercícios do livro que contempla este assunto e seu resultado destoar do esperado, o discente poderá utilizar o applet para compreender quais pontos foram divergentes e o porquê dessa divergência, podendo com isso se auto corrigir, aumentando seu estímulo ao estudo e sua capacidade de estudar sozinho.

Desta maneira, na Figura 3, o exemplo do applet de Matriz Inversa de Ordem 3 permite ao aluno escolher todos os elementos da matriz a qual será multiplicada por uma matriz inversa e igualada a uma matriz identidade de mesma ordem, mostrando o desenvolvimento do Teorema Fundamental dinamicamente com a mudança de qualquer elemento da matriz escolhido. Após isso, os sistemas desenvolvidos – também dinamicamente – são descritos de forma linear e, por fim, sua resolução dará o valor da matriz inversa.

Figura 3 – Matriz inversa – Exemplo 2 – Orientações da atividade

MATRIZ INVERSA – EXEMPLO 2:
Usando a definição para descobrir a matriz inversa de ordem 3

1º Passo: Escolher os elementos da matriz quadrada

Área de Escolha dos Elementos da Matriz A

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2º Passo: Escrever a matriz inversa

Matriz Inversa A^{-1}

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix}$$

3º Passo: Usar o Teorema Fundamental e substituir suas matrizes

Desenvolvimento do Teorema Fundamental

$$A \cdot A^{-1} = I$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0a + 0d + 2g & 0b + 0e + 2h & 0c + 0f + 2i \\ 0a + 2d + 0g & 0b + 2e + 0h & 0c + 2f + 0i \\ 2a + 0d + 0g & 2b + 0e + 0h & 2c + 0f + 0i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

4º Passo: Igualar as matrizes e obter os sistemas lineares

Apresentação dos Sistemas Lineares

$$\begin{cases} 0a + 0d + 2g = 1 \\ 0a + 2d + 0g = 0 \\ 2a + 0d + 0g = 0 \end{cases}; \begin{cases} 0b + 0e + 2h = 0 \\ 0b + 2e + 0h = 1 \\ 2b + 0e + 0h = 0 \end{cases}; \begin{cases} 0c + 0f + 2i = 0 \\ 0c + 2f + 0i = 0 \\ 2c + 0f + 0i = 1 \end{cases}$$

5º Passo: Resolver o sistema e substituir as incógnitas na matriz inversa

Resultado da Matriz Inversa A^{-1}

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Fonte: Autores

Legenda: Orientações passo a passo para chegar na matriz inversa A^{-1} de ordem 3 usando a definição

3.2 APROPRIAÇÃO DOS CONTEÚDOS

Devido as diferenças das mais diversas naturezas entre desempenho de turmas iniciadas no primeiro semestre do ano com as do segundo semestre, a proposta de analisar os rendimentos dos alunos não se fez interessante, pois poderiam haver divergências quanto os dados coletados, o que acabaria por implicar em resultados não tão claros quanto o fato isolado da efetividade da implementação dos applets na disciplina de Cálculo Vetorial e Geometria Analítica. Deste modo, a análise de aceitação dos alunos em sala de aula somada às atividades elaboradas junto ao GeoGebra foi capaz de indicar a afinidade do aluno frente à matéria lecionada.

Com a implementação dos applets em sala de aula, através do conteúdo programático obrigatório (Figura 4), os alunos tiveram ao final de cada assunto um ou mais applets que serviram de auxílio para apropriação dos conteúdos ministrados pelos docentes. Assim, para algumas turmas selecionadas, foram feitas perguntas indiretas dentro da sala de aula sobre como o applet influenciou na aprendizagem dos alunos. Também, junto as atividades propostas pelo currículo da disciplina, os alunos responderam a atividades que envolveram a estrutura e a lógica com a qual alguns applets possuem.

Figura 4 – Conteúdo programático

CÁLCULO VETORIAL E GEOMETRIA ANALÍTICA 1º SEMESTRE DE 2018 COORDENADOR DE MA1210: PROF. ARMANDO PEREIRA LORETO JUNIOR COORDENADORA DE NA1210: SILMARA ALEXANDRA DA SILVA VICENTE		PRODUTOS ESCALAR, VETORIAL E MISTO. APLICAÇÕES.	
CONTEÚDOS DA DISCIPLINA		19/03 a 28/03	Produto Escalar - https://www.geogebra.org/m/D64CkEvr Produto Vetorial https://ggbm.at/tWcmHmxW Produto Misto https://ggbm.at/NakFYkVu
19/02 a 24/02	MATRIZES. OPERAÇÕES. MATRIZ TRANSPOSTA E MATRIZ INVERSA. FÓRMULA DE BINET Adição de Matrizes https://ggbm.at/a9EnUFs9 Operação com Matrizes https://ggbm.at/YwKu8VgM Produto de um Número Real por uma Matriz https://ggbm.at/UPOSGC6W Multiplicação de Matrizes https://ggbm.at/Isn4Vdqz Matriz Inversa de Ordem 2 por Definição https://ggbm.at/Bp6aQBAz Matriz Inversa de Ordem 3 por Definição https://ggbm.at/Q3V5CMr5 Matriz Inversa de Ordem 3 por Binet https://ggbm.at/zBa7dvwJ	02/04 a 11/04	PERÍODO DAS PROVAS P1
26/02 a 03/03	SEGMENTOS W ORIENTADOS. EQUIPOLÊNCIA. VETORES. OPERAÇÕES COM VETORES. Equipolência de Segmentos Orientados https://ggbm.at/Yz4z54ZA	12/04 a 20/04	SISTEMAS DE COORDENADAS CARTESIANAS. EQUAÇÕES DA RETA. Equações da Reta https://ggbm.at/hgqmNp4G Posição Relativa Entre Duas Retas https://ggbm.at/VUuFVK6
05/03 a 10/03	DEPENDÊNCIA LINEAR E BASES. COORDENADAS DE UM VETOR. https://www.geogebra.org/m/RwCukuK3	23/04 a 28/04	EQUAÇÕES DO PLANO. VETOR NORMAL A UM PLANO. https://www.geogebra.org/m/asAcRq5t https://www.geogebra.org/m/rT5XrB7Z
12/03 a 17/03 ATP1	MUDANÇA DE BASE. EQUAÇÕES DE MUDANÇA Mudança de Base no R^2 https://ggbm.at/Njtjxww Mudança de Base no R^3 https://ggbm.at/5drcJhU8	02/05 a 12/05	POSIÇÕES RELATIVAS ENTRE RETAS E PLANOS
		14/05 a 18/05 ATP2	DISTÂNCIAS. https://www.geogebra.org/m/BpKrEa4r https://www.geogebra.org/m/sC4AWWqY
		21/05 a 26/05	Superfície Esférica. Plano Tangente e Reta Normal https://www.geogebra.org/m/pRxXOBXG
		28/05 a 26/06	PERÍODO DE PROVAS P2 E P3 E VISTA DE PROVAS

• OBSERVAÇÃO: O cronograma poderá sofrer variações, em função dos horários de cada turma e da incidência de feriados escolares.

Fonte: Autores “adaptado de” Centro Universitário FEI, 2018

Assim, foi possível levantar os dados de como os alunos interagiram com os applets, e como foi a aceitação destes com esta nova tecnologia. Neste caso, o estudo de retas e planos se mostrou mais eficaz para a análise, visto que é um assunto no qual o aluno pode aplicar o desenvolvimento dos conteúdos abordados em sala de aula de maneira mais ampla, bem como instigá-lo a utilizar outros meios para formular melhor o seu desenvolvimento teórico e sua capacidade de visualização geométrica-espacial.

Como exemplo, uma das questões aplicada visou compreender a opinião do aluno a respeito da experiência com os applets. Desta forma, ao analisar os dados, observa-se no Gráfico 1 que a afinidade do aluno com a tecnologia pode trazer bons resultados, auxiliando-o a entender melhor os conceitos e possibilitando assim um melhor desempenho deste frente aos conteúdos lecionados, que – como os alunos mesmos colocam –, é de fundamental importância entender a ferramenta que está sendo utilizada.

Gráfico 1 – Justificativa Questão 2 – Frequência de ocorrências



Fonte: Autores

Legenda: Visualização parcial dos resultados obtidos para destacar os principais pontos levantados

4 CONCLUSÃO

Considerando que o objetivo de aproximar o aluno à tecnologia para o auxiliar a compreender os aspectos visuais dos conceitos demonstrados em sala de aula na disciplina de Cálculo Vetorial e Geometria Analítica, com essas pesquisas, por meio da atividade proposta aos discentes, foi possível levantar dados de pontuações através de um sistema de avaliação que ponderou de forma favorável a análise qualitativa do projeto de maneira a ser possível identificar junto aos gráficos resultados positivos em relação ao que era esperado dos alunos.

Esse desempenho pôde ser visto através da alta pontuação geral dos alunos a partir das questões que envolviam a parte de cálculo e raciocínio. Essas questões tiveram que ser desenvolvidas a mão, o qual os applets fossem apenas um meio para ajudá-los a responder, o que mostra que o aluno se apropriou dos conteúdos ministrados. Ainda, para expor melhor os dados e a afinidade dos alunos no que se diz respeito aos applets, os itens com respostas objetivas no questionário comprovam que de fato a tecnologia proposta ajudou, quando quase todas as respostas válidas se mostraram positivas. E, reforçando este ponto, as justificativas de um segundo item do questionário apontam que os applets, quando usados na solução de exercícios, ajudam a enxergar os conceitos, visto também pela alta porcentagem de aceitação dos alunos que apontaram neste item uma boa experiência com a tecnologia adjunto do auxílio na resolução dos problemas e percepção de melhoria na capacidade de interpretação dos conceitos provindos dos applets.

Desta maneira, pode-se considerar que a tecnologia é uma grande aliada para promoção do desenvolvimento didático dos alunos quando utilizada de forma correta. Assim, incentivar novas pesquisas nesta área, para criação e aperfeiçoamento de projetos existentes, pode convergir em resultados positivos mais impactantes do que sua expectativa inicial, uma vez a tecnologia está presente hoje na maior parte do dia a dia dos jovens ingressantes na Engenharia. Portanto, a utilização de software e aplicativos se mostra uma ótima abordagem para ajudar os alunos a absorverem melhor os conteúdos ministrados em aula, colocando o aluno em um aprendizado ativo, evitando a via de mão única do conhecimento na qual o aluno age passivamente no recebimento de informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDIN, Yuriko Yamamoto; FURUYA, Yolanda K. Saito. **Geometria analítica para todos e atividades com octave e geogebra**. São Carlos: EduFSCar, 2011.

GEOGEBRA. **Geometria Analítica Centro Universitário FEI**. 2020. Disponível em: <<https://www.geogebra.org/m/d5wzhdnq>>. Acesso em: 02 fev. 2020.

_____. **O que é o GeoGebra?**. 2020?. Disponível em: <<https://www.geogebra.org/about>>. Acesso em: 01 fev. 2020.

LORETO, Ana Célia da Costa; LORETO JUNIOR, Armando Pereira. **Vetores e geometria analítica: teoria e exercícios**. 4. ed. São Paulo: LTCE, 2014.

O GEOGEBRA. **Capítulo 15: 3D**. 2014. Disponível em: <http://ogebra.com.br/arquivos/15_3d.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2017.

PAULA, Teófilo Oliveira. **O ensino de geometria analítica com o uso do GeoGebra**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013. Disponível em: <<http://bit.proformat-sbm.org.br/xmlui/handle/123456789/510>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

REIS, Zerrin Ayvaz; OZDEMIR, Sebnem. Using GeoGebra as an information technology tool: parabola teaching. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Cairo, Egito, v. 9, p. 565–572, out. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810023037>>. Acesso em: 09 dez. 2015.

SANTOS, Ricardo de Souza. **Tecnologias digitais na sala de aula para aprendizagem de conceitos de geometria analítica: manipulações no software GrafEq**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/15880>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

SIQUEIRA, Antonio Marcos de O. et al. Estilos de aprendizagem e estratégias de ensino em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém, **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://198.136.59.239/~abengeorg/CobengeAnteriores/2012/artigos/104391.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

ZHANG, Jing. Teaching linear algebra: multimedia, strategies, methods and computing technology development. **Advances in Multimedia, Software Engineering and Computing**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. v. 1, p. 299-304. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-25989-0_49>. Acesso em: 29 jun. 2017.