



ALTERNATIVA PARA ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ELETRICIDADE E MAGNETISMO NO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZADO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3914

Marcilei Aparecida Guazzelli - marcilei.guazzelli@gmail.com
Centro Universitário FEI

Valdir Okano - okano@fei.edu.br
Centro Universitário da FEI

Resumo: *Este trabalho apresenta a gestão, implantação e inovações na estrutura e na metodologia de avaliação do Laboratório de Eletricidade e Magnetismo da disciplina de Física 3, ministrada aos futuros engenheiros do Centro Universitário FEI. Com a utilização do Ambiente eLearning Moodle e o ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), foi possível implementar atividades com abordagem experimental, através de simulações desenvolvidas com o programa GeoGebra. Seis experimentos foram executados pelos alunos, em aulas síncronas e online, através da plataforma WEBEX. Na proposta de "laboratório" por meio de simulações, com atendimento síncrono para execução e discussão dos experimentos, as salas virtuais possibilitaram a interação com pequenos grupos de alunos, proporcionando uma atuação mais personalizada e atenta do professor diante das dificuldades dos alunos. Esta proximidade virtual auxiliou para a introdução de uma nova metodologia de avaliação, resultando em maior integração entre todos participantes, e o sucesso do curso em uma época extremamente difícil de isolamento social causada pela PANDEMIA.*

Palavras-chave: *Ambiente Virtual de Aprendizado (AVA), Eletricidade e Magnetismo, Simulação, Avaliação, Ambiente Virtual de Aprendizado, Laboratório de Física 3*



ALTERNATIVA PARA ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE ELETRICIDADE E MAGNETISMO NO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZADO.

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Física 3, para grande parte dos cursos de engenharia do País, visa o ensino de eletricidade e magnetismo, com uma abordagem conceitual teórica e atividades experimentais. Por parte, essa abordagem é definida de acordo com as habilidades e competências que o engenheiro deve adquirir enquanto está em processo de formação (VIÁFARA C.C.,2008). Neste processo, a responsabilidade do educador tem um peso maior, quando é necessário criar condições para que o aprendizado ocorra em um ambiente virtual, e em um período de isolamento social (FIOLHAS,2003).

Ao mesmo tempo que a pandemia estabelecida devido a COVID19 trouxe ao mundo problemas seríssimos de saúde, economia e educação, foi também um período de indiscutíveis desenvolvimento e ganhos acadêmicos, envolvendo o uso de novas tecnologias para o desenvolvimento de atividades que pudessem suprir a experimentação em laboratório (ROBERT), Y. C., 2021).

Vale ressaltar que alguns pesquisadores se dedicam, há algum tempo, em buscar alternativas para o ensino de técnicas experimentais, principalmente como possibilidade de aprendizado para instituições que não tenham acesso a um aparato experimental específico (CARDOSO, Cláudio A., 2009). A escolha das atividades propostas deve seguir uma análise criteriosa, de maneira a não causar prejuízos aos conhecimentos que são os pedestais da atuação dos futuros profissionais (CARNEIRO, L. A., 2020). Também vale afirmar que não existe uma substituição ideal da atividade e experiência adquirida em prática laboratorial, mas existem metodologias alternativas que permitem trazer informações dos fundamentos e procedimentos em um tema idealmente abordado em laboratório.

Os experimentos relacionados aos temas abordados na disciplina de Física 3 necessitam de equipamentos que, geralmente, não são encontrados fora de um ambiente de laboratório técnico e especializado, como multímetros, fonte variável de corrente contínua, fonte variável de tensão alternada, fios de cobre envernizado, osciloscópio, entre outros. Diante dessas dificuldades experimentais, foi decidido que a disciplina abordaria os fenômenos de eletricidade e magnetismo por meio de simulações computacionais. Desta forma, a coordenação e professores da disciplina puderam explorar os conceitos físicos, proporcionando aos educandos a experimentarem alguns fenômenos físicos, realizarem e adquirirem medidas, e analisarem os seus resultados. O aprendizado do conteúdo se concretizou, mesmo que com alguma perda prática, sem perda de conteúdo.

Em uma nova maneira de abordar temas considerados "duros" na ciência exata, também se fez necessária uma forma alternativa de avaliar o aprendizado, o empenho e o mérito do aluno. Não é possível manter avaliações em modelo convencional (provas e relatórios) em um novo conceito de elaborar e analisar experimentos virtuais: é um novo perfil de aluno, em um ambiente desafiador, em circunstâncias extremas em todos aspectos sociais.

Este trabalho relata a experiência de inovar no encaminhamento do processo de aprendizado de Eletricidade e Magnetismo através de experimentos simulados, assim como na metodologia de avaliação, desenvolvidos para o Laboratório de Física 3. Esta

disciplina foi oferecida aos cursos de Engenharia no Centro Universitário FEI, durante o período de pandemia, através do Ambiente Virtual de Aprendizado – AVA.

2 METODOLOGIA

Simulando Experimentos com Geogebra

Com o intuito de proporcionar aos alunos dos cursos de engenharia da FEI uma atividade em que eles pudessem reproduzir fenômenos semelhantes aos que experimentalmente executariam, foi escolhido o programa GeoGebra (GeoGebra, 2001) para a elaboração das simulações. A escolha do programa se deu por conta de ser um programa gratuito, disponível para os principais sistemas operacionais (Windows, Mac e Linux). Outro aspecto interessante é que as simulações podem ser executadas no próprio site do GeoGebra por meio do navegador conectado à internet. Esses critérios permitem que os alunos tenham flexibilidade na execução das simulações e a instituição não tenha custo com aquisição de licenças de uso de um programa proprietário como o Interactive Physics (MEDEIROS, D.L.A., 2008). O programa GeoGebra é um ambiente onde resolvemos equações matemáticas que, por meio de programação, representam um sistema físico. As soluções obtidas podem ser animadas de modo a facilitar o entendimento de um aluno sobre, por exemplo, como um determinado sistema evolui no tempo.

Para substituir de maneira efetiva as aulas experimentais em laboratório na disciplina de Física 3, foram desenvolvidas seis atividades com simulações, tanto da parte eletrostática como magnética, dando aos alunos a capacidade de simular a experiência que teriam em laboratório. No quadro 1 são apresentados os experimentos e seus objetivos.

Quadro 1 – Simulações elaboradas na execução das atividades de laboratório de Física 3 no sistema de AVA, em relação aos temas relacionados a eletricidade e magnetismo.

Simulações	Tema em estudo
a - Força Elétrica	Força elétrica de cargas puntiformes
b - Campo Elétrico Uniforme	Partícula em campo elétrico uniforme
c - Superfície Equipotenciais	Lei de Gauss. Potencial e energia potencial
d - Partícula em Campo Elétrico e Magnético	Movimento de partícula em campo elétrico e magnético uniforme.
e - Balança de Corrente	Força magnético sobre fio portando corrente.
f - Campo Magnético de Bobina	Força eletromotriz induzida

Fonte: autor

Para avaliar a eficácia das atividades implementadas na metodologia proposta, foi realizada uma comparação entre o desempenho de alunos antes e durante o período de pandemia, compreendendo o ano de 2019 (sem pandemia) e 2021 (com pandemia). Pelo fato do ingresso no curso de engenharia do Centro Universitário FEI ser semestral, a comparação foi realizada entre semestres pares e semestres ímpares. O quadro 2 mostra o total de alunos considerado em cada semestre.

Quadro 2 – Quantidade de alunos matriculados na disciplina de Física 3 nos semestres dos anos de 2019 (sem pandemia) e 2021 (com pandemia).

Semestre	Número de alunos
1º semestre de 2019	359
2º semestre de 2019	244
1º semestre de 2021	326
2º semestre de 2021	61

Fonte: autor

As Simulações

Para cada experimento os alunos tinham acesso ao respectivo roteiro dirigido, disponibilizado em uma área destinada à disciplina de Física 3, na plataforma *eLearning Moodle*. Neste ambiente virtual o aluno tinha acesso a todas as informações da disciplina, cronograma, programas computacionais, roteiros explicativos e atividades (Moodle, 2022).

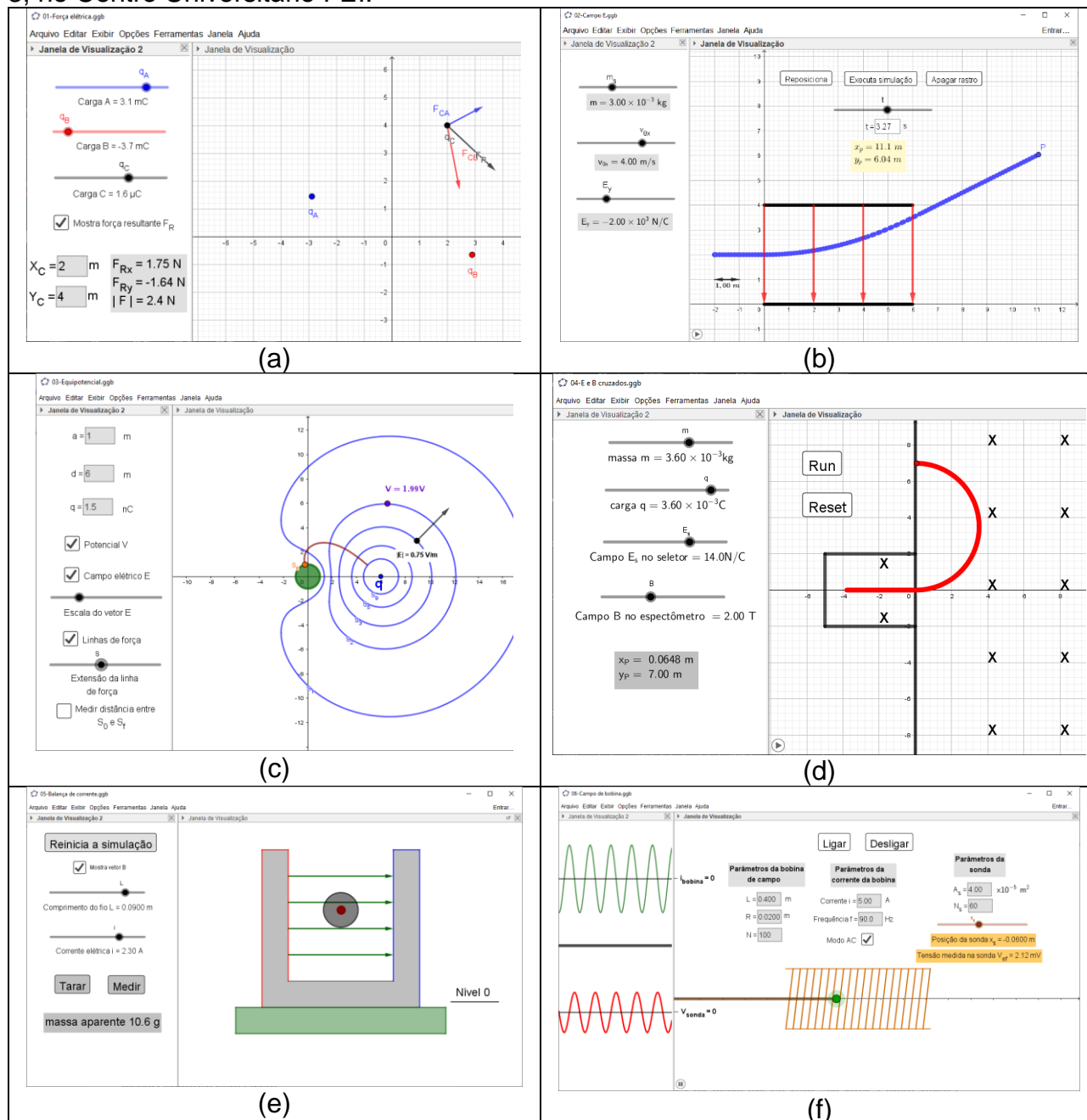
Cada roteiro continha uma breve introdução ao tema, o objetivo da simulação, como executar no Geogebra, adquirir e analisar os dados. Todas as análises gráficas foram realizadas utilizando o programa Excel. A seguir, na figura 1, de (a) até (f), podem ser observadas imagens relacionadas a cada uma das seis simulações de Eletricidade e Magnetismo, desenvolvidas com o Geogebra.

A figura 1(a) exemplifica a simulação sobre Força Elétrica. Nesta atividade o aluno modificava a configuração de cargas, com o propósito de verificar a força elétrica entre cargas puntiformes, a lei do inverso do quadrado da distância através da construção de gráfico de Força em função da distância e determinar a constante de permissividade do vácuo. Em (b) está sendo visualizada a trajetória de uma partícula em Campo Elétrico Uniforme. Nesta simulação o aluno pode trocar o valor da massa de uma partícula de carga q , a velocidade inicial e o Campo Elétrico sentido pela carga. Em (c), o estudo de superfícies equipotenciais visa comprovar a Lei de Gauss e verificar o Campo Elétrico na região interna e externa de uma superfície condutora. É feita a determinação de Linhas de Força através de medidas de potencial elétrico. A simulação de partícula em Campo Magnético, vista em (d), simula de maneira simplificada, um Espectrômetro de Massa, em que é possível modificar os parâmetros que definem a trajetória circular da partícula. Nesta atividade o aluno é capaz de construir gráficos para a determinação do Campo Magnético B . Através da atividade (e), é determinado o valor do Campo Magnético gerado por ímãs, através do estudo de Força Magnética sobre um fio portando corrente elétrica. E finalmente, na simulação (f), o mapeamento da corrente induzida por uma bobina de Campo, permite ao aluno constatar o comportamento do Campo Magnético na região interna da bobina, reforça a ideia de Fluxo de Campo Magnético e Força Eletromotriz Induzida. Os roteiros de todos experimentos exigem a prática da construção e interpretação gráfica dos fenômenos físicos estudados, assim como a determinação das grandezas físicas estudadas.

Com todas as informações e roteiros disponibilizados previamente ao dia da aula na qual, sincronicamente, seria executada uma das seis atividades de simulação, o aluno era capaz de ler sobre o conceito físico abordado, pesquisar sobre o assunto, verificar a execução da atividade no Geogebra, e se preparar para o procedimento de realização da simulação.



Figura 1 – Simulações de Eletricidade e Magnetismo desenvolvidas na disciplina de Física 3, no Centro Universitário FEI.



3 PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Cada experimento virtual contava com duas a três semanas de execução, com uma aula de 100 minutos por semana. Através do ambiente *elearning Moodle*, antecipadamente, o aluno recebia o arquivo do experimento a ser carregado no Geogebra, assim como um roteiro explicativo contendo algumas informações sobre o tema, o objetivo do experimento, como proceder para executar a simulação, adquirir os dados e analisar os resultados.





Antes do dia do experimento que ocorria em aula síncrona, o aluno já deveria ter ciência dos fundamentos de Física necessários para executar a simulação, aproveitando a aula para executar a atividade e conversar sobre suas dúvidas. Desta maneira, é esperado incentivar o protagonismo do aluno, provocando a sua curiosidade e interesse pelo fenômeno a ser estudado, e promover a busca pelo conhecimento mais abrangente, através de conhecimentos prévios, vistos no roteiro disponibilizado. O "contato" com o professor, ocorrendo sincronicamente, também corroborou com discussões sobre questões fundamentais contempladas no experimento (Guazzelli da Silveira, M.A., 2008).

A atividade de cada simulação era realizada em grupo de três alunos, onde cada grupo ocupava uma sala virtual no sistema de AVA WEBEX (salas de *breakout*), Cisco (<https://www.webex.com/pt/index.html>), permitindo uma interação do professor mais direcionada no problema de cada grupo, e mais personalizada. Nessas salas, os alunos se sentiam mais à vontade para abrir a câmera, conversar e expressar suas dúvidas e opiniões. O trabalho em grupo, onde existe interação ativa entre os participantes, é um fator importante na construção do conhecimento (NONAKA, 1995).

Na segunda semana de experimento o aluno já deveria ter adquirido e analisado os dados, os quais eram apresentados e discutidos durante a segunda aula síncrona, nas salas destinadas a cada grupo. Ou seja, cabia ao professor visitar as salas sequencialmente, durante todo o tempo de aula, e atender aos chamados dos grupos. Antes de finalizar a aula, todos ocupavam a sala principal para uma discussão geral. A interação mais próxima entre educador e aprendiz, neste processo de aprendizado, é muito importante, principalmente em uma metodologia em Ambiente Virtual e online. Os alunos, diante das discussões nas salas de *breakout*, tinham a oportunidade de identificarem seus erros conceituais e de execução da simulação, e principalmente dificuldades com análise e construção de gráficos utilizando o programa Excel. Desta forma, em duas aulas síncronas consecutivas, os alunos finalizavam um experimento, tendo a oportunidade de sanar todas as dúvidas, consertar os erros e apresentar os resultados do experimento com mais confiança.

Diante deste novo quadro de ensino-aprendizagem, a avaliação do trabalho do aluno passou a ser através de uma apresentação oral bastante objetiva, utilizando cerca de 5 slides, em um intervalo de tempo de 5 a 7 minutos. A apresentação deveria seguir todos os tópicos contidos no roteiro, o qual servia também de guia para a confecção da apresentação, sendo eles: informação dos componentes do grupo, objetivo, procedimento, resultados, discussão, conclusão e referências, sendo que todos os integrantes do grupo são incentivados a falar, e as dúvidas deveriam ser respondidas por todos. A avaliação oral permite que o professor avalie não somente o domínio do conhecimento técnico adquirido, mas também a segurança e linguagem usada na apresentação (MILANI, 2022). Além disso, ao solicitar apresentação em grupo, justamente em um período de isolamento social, os alunos sentiram a necessidade de fazer a gestão da apresentação, desde o preparo da parte visual seguindo todos os itens demandados para o relato do experimento, até a divisão de tarefas, enfatizando os pontos mais importantes da simulação, e monitorar o tempo de fala de cada integrante. Este tipo de avaliação teve um papel integrador, estimulando o encontro "virtual" entre os alunos, o que foi muito importante na época de pandemia. Com a finalidade de incentivar gradativamente os alunos a se desafiarem, buscando não entrar em uma rotina de processo de aprendizado, a cada simulação proposta, o método de avaliação ganhava um novo ingrediente. Um exemplo muito positivo a ser citado foi a solicitação para que cada grupo elaborasse uma questão, a qual seria sorteada para ser respondida por outro grupo. Desta forma, o grupo era avaliado pela



apresentação do experimento simulado, pela pergunta elaborada, e pela resposta fornecido à pergunta que lhe foi atribuída. Em outra oportunidade, os alunos faziam apontamentos relacionados a uma dúvida surgida durante a apresentação de um determinado grupo, ou até mesmo os ajudavam opinando em como melhorar seus resultados.

Desta forma, a apresentação oral da atividade simulada, possibilitou que o professor percebesse as deficiências dos alunos e pudesse agir instantaneamente, principalmente no que diz respeito à compreensão dos conceitos físicos: explicar como foi elaborado o experimento virtual por simulação e como foram adquiridos os dados, mostrar a análise realizada por cálculos e gráficos, discutir os resultados justificando os valores encontrados e concluir sobre o tema, evidenciando com clareza os pontos fortes e os fracos em questão ao processo de aprendizado.

A partir do momento que cada grupo recebe um *feedback* durante a exposição do trabalho, a qual sempre ocorreu em horário de aula, as observações, comentários e correções feitas proporcionam uma maior fonte de aprendizado e conhecimento adquirido por todos os alunos. Na Avaliação Institucional de Desempenho Docente desta disciplina ficou evidente a satisfação dos alunos através dos comentários como os exemplos transcritos a seguir:

"...A correção durante as atividades foi extremamente justa e ótima, no momento em que a docente leva em conta o raciocínio, meu conhecimento desenvolvido nas questões e não apenas o resultado final fez com que eu sentisse que minha aprendizagem tenha sido valorizada e que eu sentisse mais estimulada em entender os meus erros...";

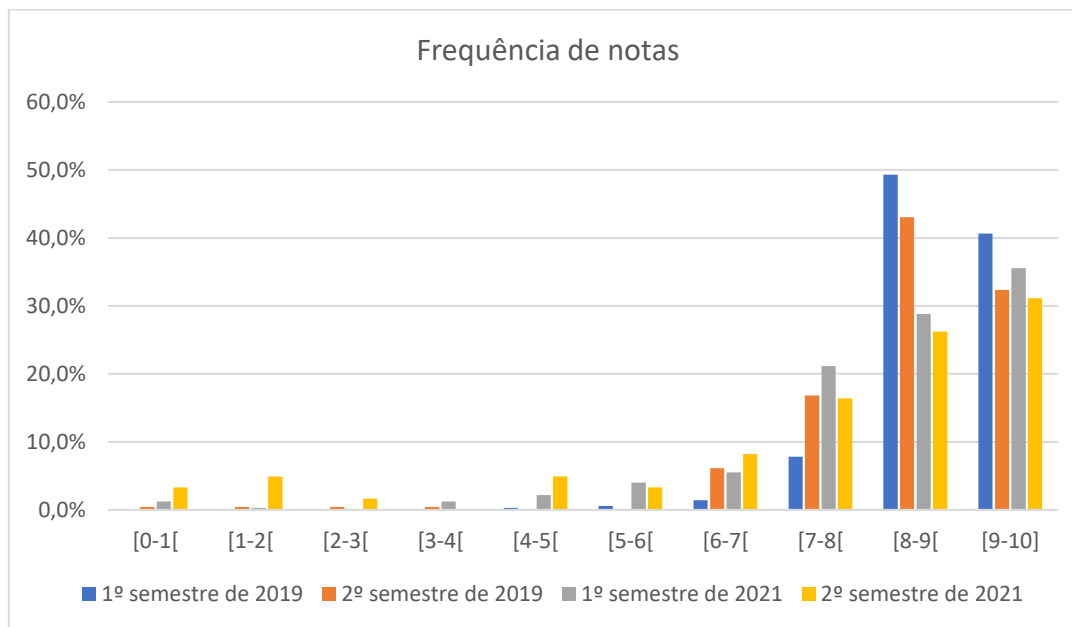
"...Laboratório de física 3, acho que foi a melhor metodologia das matérias desse semestre, o fato de cada roteiro cobrar uma certa habilidade nossa fez nós alunos compreendermos melhor a matéria..."

A constatação do sucesso da metodologia adotada para o laboratório de Eletricidade e Magnetismo da disciplina de Física 3, nos cursos de engenharia do Centro Universitário FEI, diante de todos os empecilhos surgidos com os problemas educacionais decorrentes de isolamento social na Pandemia, também pode ser exemplificada pelas médias obtidas pelos alunos em relação aos semestres totalmente presenciais, no qual todas as atividades práticas foram realizadas em laboratório, e com avaliação por meio da entrega de sínteses dirigidas. O gráfico da figura 2 mostram os resultados das notas obtidas pelos estudantes em semestres totalmente presenciais (2019) em relação a semestres totalmente no sistema online (2021). Observando as indicações de cada semestre é possível afirmar que no período online ocorreu uma maior variação das notas entre 0 e 6, podendo ser atribuída à dificuldade que alguns alunos tiveram em se adaptar às propostas das atividades em modo remoto. Por outro lado, a distribuição tende a um mesmo comportamento ocorrido no período presencial, com uma maior concentração de notas altas entre 6 e 10. Nos semestres ímpares houve maiores porcentagens de notas com valores entre 7 e 10 para ambos os modos de aprendizado, virtual e presencial, em relação aos semestres pares, dentro de um mesmo ano. Esta diferença entre os primeiros e segundos semestres se deve pelo fato de ser um curso de engenharia semestral, diferenciando o perfil dos alunos que ingressam na instituição em semestre ímpar e semestre par. De qualquer forma, o mais relevante é notar que os fundamentos de física 3, abordados por meio das simulações, resultaram em conhecimento adquirido pelos alunos equivalente ao proporcionado pelo



laboratório presencial, seguindo o mesmo padrão de provação no processo de avaliação dos alunos.

Figura 2 – Gráfico da frequência da média das notas das seis atividades de Eletricidade e Magnetismo realizadas com experimentação em laboratório (1º e 2º semestre de 2019), e simulações com o GeoGebra, online, através do AVA (1º e 2º de 2021).



Um outro ponto bastante interessante ocorrido nesta disciplina foi que o número de alunos desistentes do curso foi menor durante todos os semestres em AVA do que no presencial, indicando o sucesso das atividades propostas, o aproveitamento do aprendizado por simulações, e a aprovação da metodologia de avaliação pelos alunos.

Esses resultados, juntamente com todos os retornos positivos obtidos com a execução das atividades que simulavam experimentos em laboratório, indicam que a proposta de ensino-aprendizado adotada no ambiente AVA foi suficiente para considerar que a disciplina atingiu seu objetivo. Ou seja, o conhecimento adquirido por um estudante de engenharia na disciplina de Física 3, referente aos tópicos abordados através de experimentos em laboratórios, foi satisfatório.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na disciplina de Física 3, ministrada aos cursos de engenharia do Centro Universitário FEI, durante o período de Pandemia, foram implementadas atividades executadas por meio de simulações, como alternativa de aprendizado de tópicos abordados em experimentos até então realizados em laboratório. Para esta finalidade, foram criadas seis simulações envolvendo Eletricidade e Magnetismo, utilizando o programa GeoGebra, e uma proposta de ensino adequada para um Ambiente Virtual de Aprendizado (AVA). O processo avaliativo das atividades executadas pelos alunos foi inovador, proporcionando um maior protagonismo do aluno, mesmo em um sistema online. Atividades em grupos, ocorridas em aulas síncronas, assistência personalizada através de salas de breakout, e





avaliação por apresentação oral, promoveram um maior acolhimento e “aproximação” entre os alunos. Consequentemente, a integração resultante foi responsável pelo sucesso das atividades executadas, com as quais o aprendizado dos fundamentos de Eletricidade e Magnetismo abordados em seis experimentos por simulação foi efetuado. Certamente, todos os pontos positivos da experiência adquirida no sistema virtual de aprendizado, estarão sendo adaptados para aplicação também nas aulas presenciais. A discussão entre professor e alunos durante uma apresentação de resultados, no ambiente do laboratório, permite a percepção das falhas conceituais cometidas, desde a aquisição de dados até a interpretação dos resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário FEI.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, Cláudio A.; PÓVOA, José M. **Como ensinar técnicas experimentais sem experimentos?** COBENGE 2009. Disponível em

<http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/3376.pdf>. Acesso em: 26 abril 2022.

CARNEIRO, L. A. et al. **Uso de tecnologias no ensino superior público brasileiro em tempos de pandemia.** Research, Society and Development, v.9, n.8., Julho, 2020.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, setembro, 2003, Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf. Acesso em: 26 abril 2022.

GEOGEBRA. **Aplicativos Matemáticos.** Disponível em: <https://www.geogebra.org/?lang=pt>. Disponível em: 26 abril 2022

GUAZZELLI DA SILVEIRA, M.A.; BAGINSKI Roberto. **Física moderna na formação profissional contemporânea em engenharia.** COBENGE 2008. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/2311.pdf>. Acesso em 26 abril 2022.

MEDEIROS, D. L. A.; GERMANO, J. S. E. 2, 2008. **Modelamento Virtual: uma ferramenta de ensino de física.** Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/2370.pdf>. Acesso em: 26 abril 2022.

MILANI, O.M.W. **A comunicação oral na apresentação de atividades escolares.** Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1893-8.pdf>. Acesso em 23/04/2022.

MOODLE, 2022. **Física 3.** Disponível em: <https://moodle.fei.edu.br/>. Acesso em: 26 abril 2022

NONAKA, I; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation**. Oxford University Press. 1995.

ROBERTO, Y. C. et al. **Atividades discentes na pandemia: estudo de caso em um pequeno grupo na universidade federal de ouro preto**. Disponível em:
http://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3635. Acesso em 28/04/2022.

VIÁFARA C.C.; SINATORA, A. **Objetivos Educacionais em Engenharia**. COBENGE 2008. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/2306.pdf>. Acesso em: 26 abril 2022.

ALTERNATIVE FOR ELECTRICITY AND MAGNETISM EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN THE VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT

Abstract: *This work presents the management, implementation and evaluation methodology of the Electricity and Magnetism Laboratory of the Physics 3 discipline, taught to future engineers at Centro Universitário FEI. With the use of the eLearning Moodle Environment and the Virtual Learning Environment (AVA), it was possible to implement activities with an experimental approach, through simulations developed in the GeoGebra program. Six experiments were performed by the students, in synchronous and online classes through the WEBEX platform. In the proposal of a "laboratory" through simulations, with synchronous assistance for the execution and discussion of the experiments, the virtual rooms made it possible to serve small groups of students, providing a more personalized and attentive performance by the teacher in the face of the students' difficulties. This virtual proximity helped to introduce a new evaluation methodology, resulting in greater integration among all participants, and the success of the course in an extremely difficult time of social isolation.*

Keywords: *Electricity and Magnetism, Simulation, Virtual Learning Environment, Assessment, Physics 3 Laboratory.*