

APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL: ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA APLICADA À ANÁLISE DE CONFIABILIDADE

Leonardo Lourenço de Souza, UNIFEI, leo.lourenco93@gmail.com
Mirelli de Castro Cesário, UNIFEI, mirellicesario12@gmail.com
Rafael Ferreira de Oliveira Leite, UNIFEI, rafaelferole@yahoo.com.br
Rafaela Aparecida Mendonça Marques, UNIFEI, rafaelaamm@hotmail.com
Juliana Helena Daroz Gaudêncio, UNIFEI, juliana.gaudencio@unifei.edu.br

Resumo

Há uma crescente necessidade de adotar metodologias de aprendizagem ativa, especialmente nos cursos de engenharia, por promoverem uma formação centrada no aluno e voltada para o desenvolvimento de competências. Baseado nesse contexto, e com o objetivo de aplicar os conhecimentos adquiridos na disciplina de Confiabilidade, oferecida no curso de Engenharia de Produção da UNIFEI, foi desenvolvida uma dinâmica fundamentada no modelo de Aprendizagem Experiencial. Utilizou-se o equipamento “Labirinto elétrico” como recurso didático para que os alunos aplicassem os conceitos de confiabilidade e análise dos tempos de falha discutidos em sala de aula. Com base na avaliação realizada, observou-se uma evolução significativa da turma, indicando que a dinâmica contribuiu de forma positiva para a retenção do conhecimento. Ao integrar teoria e prática, a atividade reforça a relevância das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, especialmente no estudo de Confiabilidade.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa, Aprendizagem experiencial, Confiabilidade, Tempos de Falha.

1. Introdução

A Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, publicada pelo Ministério da Educação (MEC), institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de graduação em Engenharia no Brasil. Em relação ao uso de metodologias de aprendizagem ativa, a resolução enfatiza a necessidade de transformar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo uma formação centrada no aluno e voltada para o desenvolvimento de competências. Mais do que apenas expor conteúdos, incentiva-se práticas como trabalhos em equipe, resolução de problemas reais, atividades laboratoriais, projetos interdisciplinares, entre outras. Estabelece-se, ainda, que os cursos de Engenharia devem dispor de uma estrutura curricular que integre a teoria, prática e contexto de aplicação, garantindo uma formação alinhada às exigências atuais da sociedade e do mercado de trabalho (BRASIL, 2019).

Há uma crescente necessidade de adotar alternativas de ensino que proporcionem melhor aprendizagem, geralmente por meio de estratégias mais interativas em comparação ao ensino tradicional (Costa *et al.*, 2023). Geralmente, a abordagem tradicional restringe as oportunidades de os alunos vivenciarem, na prática, situações do mundo real (Kok; van Zyl-Cillié, 2024). Segundo Prince (2004), a aprendizagem ativa corresponde a qualquer método de ensino que engaje os alunos no processo de aprendizagem. Essa prática exige que os alunos se envolvam em uma atividade de aprendizagem e reflitam sobre o que estão fazendo, em contraste com a aprendizagem passiva, na qual atuam apenas como receptores de informações (Chiang; Wells; Xu, 2021). As universidades têm reconhecido os benefícios da aprendizagem ativa, tais como o desenvolvimento de competências incluindo pensamento crítico e resolução de problemas, maior engajamento de alunos e professores, e a possibilidade de os professores obterem *feedback* em tempo real sobre a assimilação dos conceitos pelos alunos (Hernández-de-Menéndez *et al.*, 2019). Além disso, contribuem para uma maior interação, comunicação e motivação entre os alunos (Prince, 2004). Nesse contexto, o professor atua como facilitador da aprendizagem, observando o progresso dos alunos e oferecendo suporte sempre que necessário (Reis; Alves; Wendland, 2023).

Há diversos tipos de metodologias ativas, como a gamificação, a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, a aprendizagem híbrida, entre outras (Costa *et al.*, 2023; Jamison *et al.*, 2022). Neste relato, utilizou-se a aprendizagem baseada na experiência, conhecida como Aprendizagem

Experiencial (*Experiential Learning*), proposta por David Kolb. Segundo Kolb (1984, 2015), a aprendizagem é o processo pelo qual o conhecimento é desenvolvido por meio da transformação da experiência. Nessa abordagem, compreende-se que o aluno constrói o conhecimento de forma ativa, a partir de experiências concretas (Niiranen, 2021). Segundo Meza *et al.* (2024), a aprendizagem experiencial é um processo ativo que valoriza o engajamento prático, a reflexão e o pensamento crítico como fatores essenciais para a criação do conhecimento, em contraste com métodos baseados na absorção passiva de informações. Kolb (1984, 2015) desenvolveu um modelo teórico conhecido como Ciclo de Aprendizagem Experiencial, formado por quatro etapas:

- **Experiência concreta:** o aluno vivencia uma atividade ou situação prática/simulada, servindo como ponto de partida para o processo de aprendizagem;
- **Observação reflexiva:** o aluno reflete sobre a experiência vivida, analisando suas ações, resultados e sentimentos envolvidos;
- **Conceituação abstrata:** o aluno relaciona a experiência com conceitos teóricos, estruturando o conhecimento;
- **Experimentação ativa:** o aluno aplica o que aprendeu em novas situações ou em um ambiente semelhante, testando hipóteses e resolvendo problemas.

Esse ciclo representa como os alunos aprendem transformando suas experiências em conhecimento, por meio da reflexão e aplicação prática. A aprendizagem experiencial pode ser entendida como um processo de "aprender fazendo", sendo uma abordagem pedagógica útil no ensino de engenharia (Kok; van Zyl-Cillié, 2024; Jamison *et al.*, 2022). Com a finalidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na disciplina de Confiabilidade, ofertada na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), foi desenvolvida uma dinâmica baseada nos princípios da aprendizagem ativa. Para isso, utilizou-se o equipamento “Labirinto elétrico” como mecanismo para os alunos aplicarem os conceitos discutidos em sala de aula. Essa proposta proporcionou uma melhor compreensão dos conceitos de confiabilidade e das ferramentas estatísticas utilizadas para analisar os tempos até a falha de um sistema.

2. Descrição do problema

Com o advento da economia globalizada e aumento da competitividade, surgiu a necessidade de redução na probabilidade de falhas em produtos, resultando em uma ênfase crescente em sua confiabilidade. Como destacam Singla *et al.* (2025), determinados tipos de falha podem acarretar em perdas humanas, prejuízos econômicos e danos ambientais. No entanto, o estudo da confiabilidade de produtos e processos não é uma tarefa trivial por diferentes motivos. Primeiro, a determinação do que deve ser usado para medir a vida de um item nem sempre é óbvia (Fogliatto; Ribeiro, 2011). Além disso, cada produto possui particularidades, alguns apresentando desempenhos distintos ao operar, por exemplo, em ambientes de calor ou umidade intensos (Fogliatto; Ribeiro, 2011; Silveira *et al.*, 2019). Por fim, para que o estudo da confiabilidade e a tomada de decisão seja condizente, é necessária uma base de dados confiável e mais próxima possível da realidade operacional (Venanzi; Silva, 2016).

Na ausência de dados reais, a principal limitação para a realização de dinâmicas práticas de confiabilidade está na necessidade de observar o tempo até a falha de diversos componentes idênticos. Como esse processo pode levar horas, dias, meses ou até anos, torna-se inviável em atividades de curta duração, como em salas de aulas ou oficinas, exigindo o uso de dados simulados ou históricos para fins de ensino-aprendizagem.

Vale destacar também que o ensino aprofundado da confiabilidade envolve conceitos que podem ser complexos. Segundo Safaei e Taghipour (2024), avaliar e analisar as características relacionadas à confiabilidade representa um desafio significativo para as indústrias. Por exemplo, a análise de confiabilidade parte do conhecimento de distribuições de probabilidade e a otimização de seus parâmetros. Além disso, envolve conceitos como censura de dados (quando há necessidade de limitar um teste de vida, por exemplo), testes acelerados (que consiste em estressar os itens que estão sob teste para reduzir o tempo de vida) e sistemas (onde a confiabilidade total está associada à forma em que vários componentes interagem entre si) (Elsayed, 2021).

Somado a esses desafios, há uma crescente procura do mercado de trabalho por profissionais que possuam um conjunto de habilidades como comunicação, cooperação (Costa *et al.*, 2023) e a resolução de problemas complexos (CNI, 2020). É necessário então, que os cursos se adaptem, valorizando as competências e habilidades dos futuros profissionais (Montenegro *et al.*, 2023). Considerando isso, as práticas de ensino e aprendizagem no ensino superior, incluindo os cursos de engenharia, estão passando por

uma série de mudanças que têm implicações significativas para a natureza da experiência de aprendizagem dos alunos (Crisol-Moya; Romero-López; Caurcel-Cara, 2020).

Uma dessas mudanças diz respeito à metodologia ativa de ensino, que tem sido utilizada por diversas universidades (Hernández-de-Menéndez *et al.*, 2019). A aprendizagem ativa consiste em integração e interseção interdisciplinares, equilibrando a motivação pessoal para a autorrealização com as capacidades do grupo para contribuições de alto impacto nos negócios, na cultura, na educação e em todos os domínios da atividade humana (Araújo *et al.*, 2019). Sendo assim, essa metodologia pode ser uma aliada no ensino da confiabilidade nos cursos de ensino superior.

3. Solução desenvolvida (percurso metodológico)

Nos últimos anos, a Aprendizagem Experiencial tem se destacado, especialmente por meio do modelo de Kolb (1984), diante da necessidade de adaptar os métodos tradicionais (aulas expositivas) para preparar os alunos frente à complexidade dos desafios reais da engenharia (Kok; van Zyl-Cillié, 2024). Nesse sentido, a solução desenvolvida foi adaptada a partir do Ciclo de Kolb (Figura 1).

Figura 1 – Ciclo de Aprendizagem Experiencial da dinâmica do Labirinto elétrico



Fonte: Adaptado de Kolb (1984, 2015)

A aplicação ocorreu em uma turma de aproximadamente 50 alunos do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, onde a finalidade foi compreender os conceitos relacionados à confiabilidade de um sistema, além de analisar os dados dos tempos de falha. A primeira aplicação dessa dinâmica ocorreu na turma de

2024, cujos detalhes encontram-se disponíveis em Souza *et al.* (2024). Devido ao sucesso obtido, a atividade foi novamente aplicada este ano.

A atividade pedagógica foi iniciada com a aplicação de um *Quiz* avaliativo, cujo objetivo era mensurar o conhecimento prévio dos alunos sobre os principais tópicos a serem abordados na disciplina. Esse instrumento, ilustrado na Figura 2, foi estruturado em duas seções. A primeira consistia em uma autoavaliação de domínio sobre quatro temas centrais, por meio de uma escala *Likert* de 1 a 5, sendo 1 correspondente à ausência total de conhecimento e 5 ao grande domínio do conteúdo. A segunda seção propunha a associação entre dez conceitos técnicos e suas respectivas definições, dispostas em colunas paralelas. Essa etapa visou avaliar tanto a percepção subjetiva dos alunos quanto sua compreensão conceitual.

Figura 2 – Questionário para avaliação de conhecimento teórico

AValiação de conhecimento teórico

Nome: _____ Matrícula: _____

Em uma escala de 1 a 5, qual é o seu nível de conhecimento sobre os seguintes temas? (1 = *nenhum conhecimento*, 5 = *grande domínio do assunto*).

Distribuições de probabilidade: () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Taxa de falha: () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Disponibilidade: () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Dados Censurados () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Instruções: Leia atentamente cada afirmação e indique entre parênteses a qual dos tópicos ela se refere: *"Para cada afirmação, existe apenas um referencial teórico correto. Escolha o que melhor se enquadra."*

Tópicos	Afirmação
A Confiabilidade	Distribuição de Probabilidade que possui parâmetro de Escala e Localização.
B Distribuição de Weibull	$\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{Taxa\ de\ Falha}$
C Teste de Anderson-Darling	Definição que avalia se um produto ou serviço atende às especificações do cliente no momento da entrega.
D R(t)	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$
E Censura a esquerda	$\frac{f(t)}{h(t)}$
F Censura a direita	Ocorre quando não se observa a falha de um item ou sistema até o final do estudo ou experimento.
G Disponibilidade	Distribuição de Probabilidade que possui parâmetros de forma e Escala.
H Distribuição Log Normal.	Estatística que analisa o quanto os dados se assemelham a uma determinada distribuição.
I MTBF	Capacidade de um item desempenhar sua função adequada durante um determinado período.
J Qualidade	Ocorre em testes onde não se sabem exatamente quando foi iniciado o funcionamento componentes/produtos.

Fonte: Autores (2025)

Na sequência, foi ministrada uma aula expositiva de aproximadamente uma hora, dedicada à apresentação dos fundamentos teóricos relacionados à Confiabilidade. Posteriormente, os alunos participaram de uma atividade prática com duração estimada de duas horas, baseada em uma dinâmica interativa.

A dinâmica envolveu a utilização de um equipamento conhecido, o “Labirinto elétrico” (Figura 3), em que os participantes tinham como desafio conduzir uma haste metálica por um labirinto sinuoso, sem tocar nas bordas. Caso isso ocorresse, um alarme sonoro era acionado, indicando uma falha. Associando esse evento ao conceito de tempo até a falha, cada aluno realizou o percurso enquanto o estagiário docente da disciplina cronometrava o tempo até o disparo do alarme. Todos os tempos foram registrados em uma planilha de Excel® contendo o nome do participante e o tempo obtido até a falha ou conclusão do desafio. Estabeleceu-se um limite máximo de 45 segundos para a realização da tarefa; tempos superiores foram tratados como censura à direita. Dos 41 alunos presentes, apenas um conseguiu completar o percurso sem acionar o alarme. Contudo, nenhum tempo foi censurado, uma vez que todos finalizaram o desafio antes do tempo-limite estabelecido.

Figura 3 – Labirinto elétrico



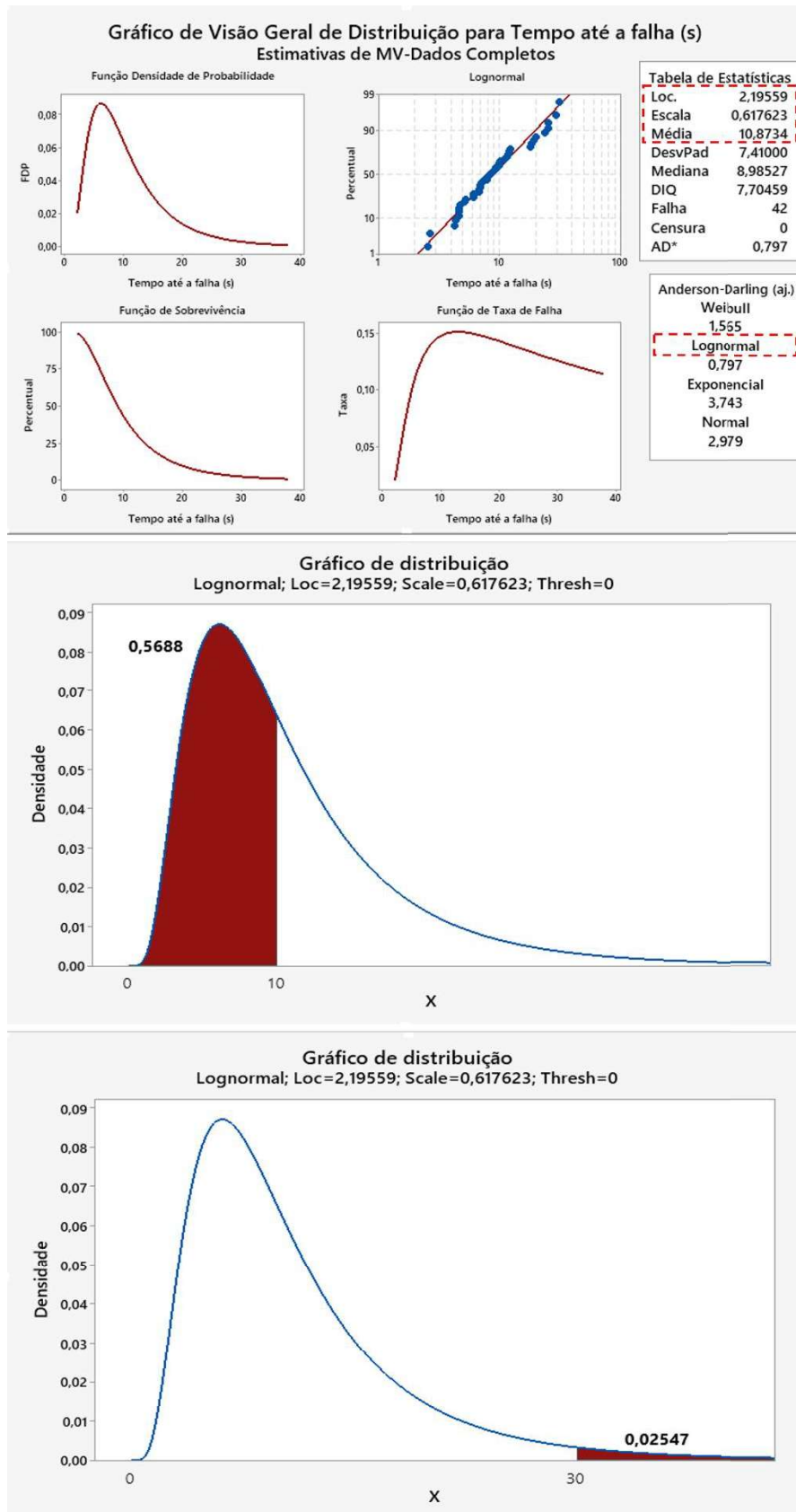
Fonte: Souza *et al.* (2024) (Ark Toys, Brasil)

Antes do início oficial da atividade, os alunos puderam interagir com o jogo, a fim de se familiarizarem com seu funcionamento e com a sensibilidade da haste. Após a coleta dos tempos de falha, os alunos se organizaram em grupos para realizar análises estatísticas utilizando o *software* Minitab®. Como parte do relatório final, cada grupo deveria responder às seguintes questões:

- a) Qual a distribuição de probabilidade que melhor se ajusta aos dados?
- b) Quais são os parâmetros da distribuição identificada?
- c) Qual o valor do MTTF (*Mean Time To Failure*) e a taxa de falha associada?
- d) Qual a probabilidade de a falha ocorrer em até 10 segundos de teste?
- e) Qual a probabilidade de a falha ocorrer após 30 segundos de teste?

As respostas fornecidas pelos grupos foram consolidadas e estão apresentadas na Figura 4, que resume os principais resultados obtidos pelos alunos durante a atividade.

Figura 4 – Principais resultados obtidos da dinâmica



Fonte: Autores (2025)

Além de responder a essas perguntas, os alunos deveriam comparar seus resultados com os resultados obtidos por outros alunos do semestre anterior (a tabela com os tempos de falha encontra-se no estudo de Souza *et al.*, 2024), com o objetivo de identificar semelhanças, diferenças e justificativas para as variações encontradas. Por fim, todos os grupos entregaram seus relatórios, e um deles foi sorteado para apresentar os resultados à turma. Na aula seguinte, aplicou-se novamente o *Quiz* inicial para avaliar a evolução do conhecimento dos alunos, permitindo a análise da efetividade da atividade como ferramenta de ensino-aprendizagem.

4. Resultados obtidos

Durante a dinâmica realizada em sala de aula, observou-se que a proposta se adequou ao modelo de Aprendizagem Experiencial de Kolb (1984). A dinâmica seguiu o ciclo que envolve quatro etapas interconectadas, onde o aluno participou (vivenciou uma experiência), refletiu (pensou sobre a experiência), conceitualizou (compreendeu o que foi vivenciado) e, futuramente, poderá aplicar novamente em um contexto semelhante ou em uma situação real (experimentação ativa). Para tornar a experiência mais concreta e ajudar na compreensão dos tópicos abordados na disciplina de Confiabilidade, o equipamento “Labirinto elétrico” foi utilizado como recurso didático. Os alunos participaram ativamente da simulação, coletando dados de tempos de falha do equipamento. Posteriormente, esses dados foram utilizados para análise, permitindo testar seus conhecimentos por meio da atividade. Conforme abordado por Kok e van Zyl-Cillie (2024), o uso de metodologias de aprendizagem ativa se mostra importante no ensino da engenharia, pois permitiu que os alunos aplicassem o conhecimento teórico adquirido ao longo das aulas em uma situação prática.

Assim como nas atividades de ensino tradicionais, as atividades baseadas em aprendizagem ativa também precisam ser avaliadas, a fim de verificar se a dinâmica foi eficaz e se os alunos estão, de fato, absorvendo o conhecimento e desenvolvendo as competências esperadas (Hernández-de-Menéndez *et al.*, 2019). Dos alunos que responderam ao *Quiz* avaliativo (com nota máxima de 10 pontos), observou-se uma melhora no desempenho após a realização da dinâmica. A média passou de 6,65 para 8,31, indicando um ganho no entendimento do conteúdo (Tabela 1). Além disso, o Coeficiente de Variação (CV) reduziu de 39,18% (variabilidade muito alta) para 23,03%,

o que sugere um maior nivelamento da turma após a atividade. O CV mede estatisticamente a variabilidade de um conjunto de dados em relação à sua média.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas

Quiz avaliativo	Média	Desvio-Padrão	Coefficiente de Variação	Mínimo	Mediana	Moda	Máximo
Antes da dinâmica	6,65	2,61	39,18	3	7,5	8	10
Após a dinâmica	8,31	1,91	23,03	4	8	10	10

Fonte: Autores (2025)

Para verificar se houve progresso significativo no desempenho dos alunos após a dinâmica, foi aplicado o teste de *Wilcoxon* para amostras pareadas (comparando as notas antes e depois da atividade), com o auxílio do *software RStudio®*. Esse teste foi usado porque os dados não apresentaram distribuição Normal (Montgomery; Runger, 2018). O resultado indicou que houve uma melhora estatisticamente significativa no desempenho dos alunos após a realização da dinâmica ($p\text{-value} = 0,002$), considerando nível de 5% de significância (Tabela 2).

Tabela 2 – Teste de *Wilcoxon* para amostras pareadas

	Média (antes)	Média (depois)	$p\text{-value}$
Notas do Quiz avaliativo	6,65	8,31	0,002
Distribuições de probabilidade	3,92	4,04	0,175
Taxa de falhas	3,77	3,96	0,073
Disponibilidade	3,35	3,62	0,078
Dados censurados	3,46	3,65	0,152

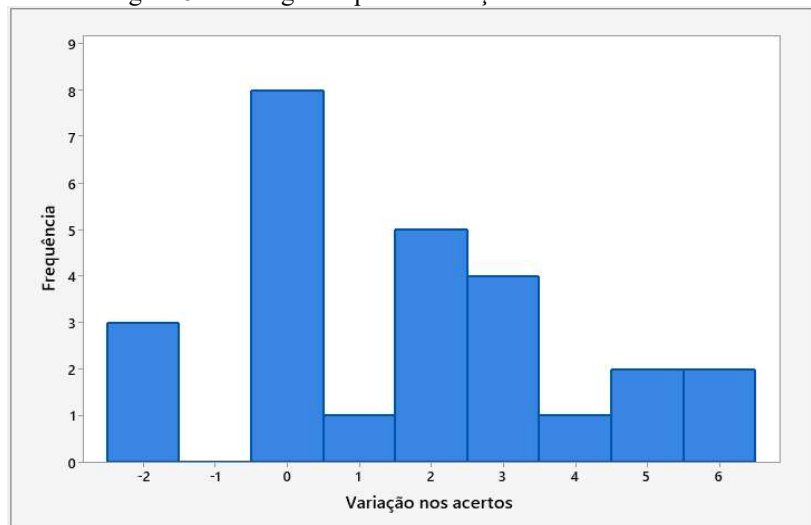
Fonte: Autores (2025)

Também foi avaliada a percepção dos alunos em relação ao nível de conhecimento dos temas trabalhados em sala. Para a análise das respostas, aplicou-se novamente o teste de *Wilcoxon* para amostras pareadas, considerando a ausência de distribuição Normal nos dados e com o objetivo de verificar se houve aumento no nível de conhecimento após a atividade (Tabela 2). Embora as médias de autoavaliação nos temas abordados (distribuições de probabilidade, taxa de falhas, disponibilidade e dados censurados) tenham aumentado ligeiramente, não há evidência de melhora estatisticamente significativa ($p\text{-values}$ maiores que 0,05). Esse resultado reflete a percepção subjetiva dos próprios alunos, que possivelmente não identificaram, de imediato, um progresso em seu aprendizado. No entanto, ao considerar o desempenho obtido no Quiz avaliativo, observa-se que houve, claramente, uma evolução significativa da turma, indicando que a dinâmica contribuiu para a retenção do conhecimento.

Um histograma foi elaborado para visualizar a variação no nível de acertos dos alunos na dinâmica (Figura 5). O valor zero indica que o aluno manteve a mesma pontuação antes

e após o teste. Valores positivos indicam melhora no desempenho (mais acertos após a dinâmica), enquanto valores negativos indicam piora (menos acertos após a dinâmica). Nota-se que oito alunos (30,8% da amostra) não apresentaram mudança no número de acertos após a realização da dinâmica. A maioria da turma apresentou variação positiva (57,7% da amostra), com ganhos que chegaram a 6 acertos a mais. No entanto, três alunos (11,5%) reduziram em dois pontos. Essa diminuição na nota pode estar associada à confusão momentânea entre os conceitos abordados ou pela falta de atenção do aluno ao responder o *Quiz*, o que é comum em testes rápidos.

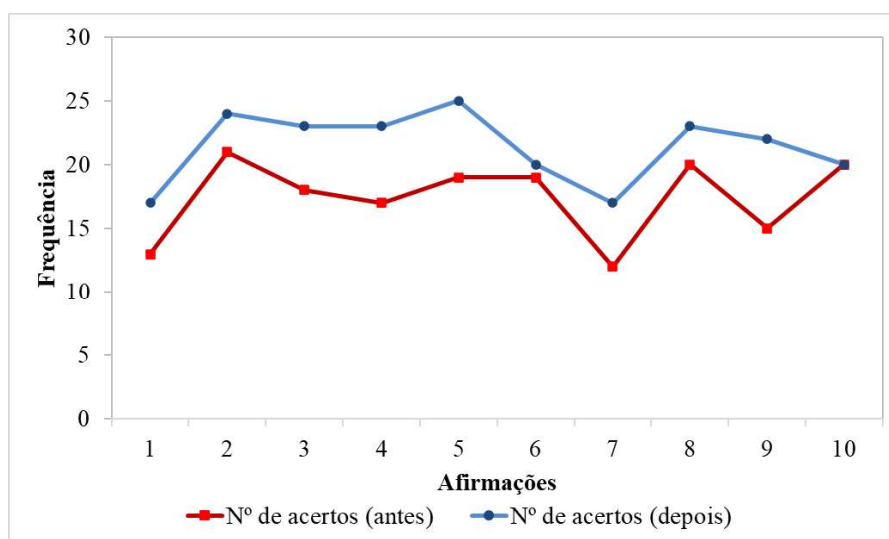
Figura 5 – Histograma para a variação no nível de acertos



Fonte: Autores (2025)

Em paralelo, foi comparado o número de acertos por afirmação antes e depois da dinâmica (Figura 6), permitindo identificar quais conceitos foram melhor assimilados e quais ainda geravam dúvidas entre os alunos. Esse tipo de análise funciona como um importante *feedback*, pois facilita identificar os tópicos que exigem maior reforço no processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, os alunos acertaram menos as afirmações 1 e 7, mesmo após a atividade. Ambas estavam relacionadas aos parâmetros das distribuições de *Weibull* e *Lognormal*. Observou-se que os alunos confundiram os respectivos parâmetros das distribuições como escala e forma da distribuição de *Weibull* e localização e escala da *Lognormal*, indicando a necessidade de reforçar esses conceitos em atividades futuras.

Figura 6 – N° de acertos do Quiz antes e após a dinâmica



Fonte: Autores (2025)

Ao interagir com os alunos durante a atividade, o professor pôde observar os pontos fortes, receber *feedbacks* e obter sugestões de melhorias, e assim, ajustar o processo de ensino-aprendizagem conforme necessário.

5. Lições aprendidas e conclusão

Baseado no modelo de Aprendizagem Experiencial, desenvolvemos uma atividade prática na disciplina de Confiabilidade, com o objetivo de promover uma formação centrada no aluno e alinhada aos desafios da área. A proposta de utilizar o equipamento “Labirinto elétrico” como um mecanismo de aprendizagem ativa na disciplina se mostrou eficaz. Apesar do caráter lúdico, a dinâmica proporcionou uma experiência prática baseada em dados experimentais, permitindo a aplicação direta dos tópicos trabalhados em aula e contribuindo para a retenção do conhecimento. Como consequência, os alunos poderão aplicar, futuramente, os conceitos adquiridos por meio dessa experiência. Também promoveu maior engajamento dos alunos, motivados especialmente pelo desafio a ser cumprido, o que despertou um senso de competição saudável, gerando torcida, cooperação e maior envolvimento com a atividade.

Para futuros trabalhos, além de coletar os tempos de falha, sugere-se registrar a distância percorrida do labirinto (arame) até o momento da falha. Também, adquirir novos Labirintos elétricos permitirá dividir os alunos em grupos, possibilitando comparar os resultados obtidos entre eles.

Essa experiência, ao integrar teoria e prática, reforça a relevância das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, alinha-se às DCNs, ao promover o desenvolvimento de competências desejadas à formação de um engenheiro de produção.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UNIFEI, FAPEMIG, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro. Agradecem também aos alunos pela participação na dinâmica da disciplina de Confiabilidade.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, R. B. C.; MEDEIROS, M. M. M.; CUNHA, J. M.; SANTOS, A. R. M.; ARAÚJO, L. C. S.; VASCONCELOS, N. V. C. Análise da aplicação das metodologias ativas no curso de Engenharia de Produção: uma perspectiva dos docentes. In: Colóquio Internacional de Gestão Universitária, 19., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução N° 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2019.
- CHIANG, C.; WELLS, P. K.; XU, G. How does experiential learning encourage active learning in auditing education? **Journal of Accounting Education**, v. 54, 2021. DOI: 10.1016/j.jaccedu.2020.100713
- CONSELHO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Documento de apoio à implantação das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília: CNI, 2020. Disponível em: <https://www.abenge.org.br/file/DocumentoApoioImplantacaoDCNs.pdf>. > Acesso em: 31 mai. 2024.
- COSTA, I. E. F.; OLIVEIRA, S. R. B.; ELGRABLY, I. S.; GUERRA, A. S.; SOARES, E. M.; COSTA, I. V. F. Using active methodologies for teaching and learning of exploratory test design and execution. **Education Sciences**, v. 13, n. 2, p. 115, 2023. DOI: 10.3390/educsci13020115
- CRISOL-MOYA, E.; ROMERO-LÓPEZ, M. A.; CAURCEL-CARA, M. J. Active methodologies in higher education: perception and opinion as evaluated by professors and their students in the teaching-learning process. **Frontiers in Psychology**, v. 11, p. 1–10, 2020. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01703
- ELSAYED, A. E. **Reliability Engineering**. 3rd. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2021.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.
- JAMISON, C. S. E.; FUHER, J.; WANG, A.; SAAD, A. H. Experiential learning implementation in undergraduate engineering education: a systematic search and review. **European Journal of Engineering Education**, v. 47, n. 6, p. 1356–1379, 2022. DOI: 10.1080/03043797.2022.2031895
- HERNÁNDEZ-DE-MENÉNDEZ, Marcela *et al.* Active learning in engineering education. A review of fundamentals, best practices and experiences. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 13, p. 909-922, 2019. DOI: 10.1007/s12008-019-00557-8
- KOK, T. J.; van ZYL-CILLIÉ, M. The fresh connection as an experiential learning tool in industrial engineering education: a case study. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 35, n. 3, p. 135–147, 2024. DOI: 10.7166/35-3-3087

KOLB, D. A. **Experiential learning**: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.

KOLB, D. A. **Experiential learning**: experience as the source of learning and development. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2015.

MEZA, C. *et al.* Enhancing photovoltaic module fault detection and diagnosis skills through experiential learning. In: **2024 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT EUROPE)**, Dubrovnik, Croatia, p. 1–5, 2024. DOI: 10.1109/ISGTEUROPE62998.2024.10863512

MONTENEGRO, A. C. L.; RODRIGUES, G. A.; OLIVEIRA, L. P.; ALMEIDA, M. R.; HEKIS, H. R. A experiência do uso de metodologias ativas e tecnologias educacionais no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. In: Encontro Nacional de Engenharia De Produção, 43., 2023, Fortaleza. **Anais eletrônicos [...]**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2023.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied statistics and probability for engineers**. 7. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2018.

NIIRANEN, S. Supporting the development of students' technological understanding in craft and technology education via the learning-by-doing approach. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 31, n. 1, p. 81–93, 2021. DOI: 10.1007/s10798-019-09546-0

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, p. 223–232, 2004.

REIS, A.; ALVES, A.; WENDLAND, E. C. Metodologias ativas no ensino superior: um mapeamento sistemático no contexto dos cursos de engenharia. **Educação em Revista (EDUR)**, v. 39, e39012, 2023. DOI: 10.1590/0102-469839012

SAFAEI, F.; TAGHIPOUR, S. Reliability and maintainability estimation of a multi-failure-cause system under imperfect maintenance. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 40, p. 3487–3516, 2024. DOI: 10.1002/qre.3595

SILVEIRA, A. M.; VILSEKE, A. J.; PEZZATTO, A. T. *et al.* **Confiabilidade de sistemas**. Porto Alegre: SAGAH, 2019.

SINGLA, S. *et al.* Reliability optimization methods: A Systematic Literature Review. **Yugoslav Journal of Operations Research**, v. 35, n. 1, p. 1–30, 2025. DOI: 10.2298/YJOR230715031S

SOUZA, L. L. de *et al.* Uso de um mecanismo para aprendizagem ativa da análise de confiabilidade. In: Simpósio de Engenharia De Produção (SIMPEP), 31., 2024, Bauru. **Anais [...]**. Bauru (SP): UNESP, 2024. DOI: 10.29327/xxxi_simpep.887476

VENANZI, D.; SILVA, O. R. (org.). **Introdução à engenharia de produção**: conceitos e casos práticos. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.