

# Aprendizagem ativa de Engenharia de Software

## Experimental: Uma análise sobre autoconfiança e aprendizado

Caio César Sousa Bandeira<sup>1</sup>, Ranya Duran Greco<sup>1</sup>, Carlos Augusto Carneiro de Freitas Filho<sup>1</sup>, Júlia Freitas Santos<sup>1</sup>, Anna Beatriz Marques<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará - Campus Russas (UFC) Avenida Felipe Santiago 411, Campo Federal, Russas - CE

{caiocezzar, ranyagreco, carlosaugustocarneiro, juliafreitas}@alu.ufc.br

beatriz.marques@ufc.br

**Abstract.** *This article reports an experience in teaching Experimental Software Engineering in a 64-hour undergraduate course. The pedagogical approach combined interactive lectures, guided studies, seminars, and practical activities involving statistical and qualitative analysis. A perception survey answered by 21 students assessed learning, motivation, and confidence in conducting empirical studies. Results show increased methodological knowledge, solid performance in the assignments, and a strong influence of motivation on students' confidence. Psychometric analysis indicates high consistency in the knowledge blocks and the need for adjustments in motivation-related items. The experience contributes evidence on effective practices for teaching.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta um relato de experiência no ensino de Engenharia de Software Experimental em uma disciplina de 64 horas de graduação. A abordagem combinou aulas dialogadas, estudos dirigidos, seminários e atividades práticas de análise estatística e qualitativa. Uma pesquisa de percepção respondida por 21 estudantes avaliou aprendizagem, motivação e autoconfiança. Os resultados mostram aumento na percepção do nível de conhecimento, bom desempenho nas atividades e influência da motivação na confiança discente. A análise psicométrica do questionário utilizado indica alta consistência nos blocos de conhecimento e necessidade de ajustes nos itens de motivação. A experiência contribui com evidências sobre práticas eficazes para o ensino.*

### 1. Introdução

A Engenharia de Software Experimental (ESE) é reconhecida como um elemento central para o amadurecimento da Engenharia de Software enquanto área científica, pois possibilita que decisões técnicas sejam fundamentadas em evidências empíricas, e não apenas em intuição ou experiência isolada [Mendez et al. 2024]. O domínio de métodos empíricos permite aos profissionais compreenderem de forma mais crítica os benefícios e limitações de tecnologias, processos e ferramentas, contribuindo para a tomada de decisão baseada em dados na prática industrial [Avgeriou et al. 2024].

Apesar de esforços recentes da literatura em estruturar o ensino de ESE e aproximar os estudantes dos fundamentos da pesquisa empírica [Mendez et al. 2024, Avgeriou et al. 2024], a formação nessas competências na graduação ainda representa um desafio. Integrar o rigor científico ao desenvolvimento de software exige abordagens pedagógicas que vão além das aulas expositivas tradicionais, demandando a vivência prática de métodos experimentais e investigativos [Irabedra et al. 2025].

Nesse contexto, diversos estudos apontam que currículos convencionais frequentemente falham em engajar os alunos na complexidade inerente à condução de experimentos, o que contribui para um distanciamento entre teoria e prática [Mendez et al. 2024, Irabedra et al. 2025]. Como alternativa, estratégias de Aprendizagem Ativa (*Active Learning*) têm ganhado destaque na educação em computação, ao reposicionar o estudante como agente central do processo de aprendizagem [Córdova-Esparza et al. 2024]. Revisões sistemáticas indicam que essas abordagens favorecem maior engajamento, melhor retenção de conteúdo e desenvolvimento do pensamento crítico, superando métodos puramente expositivos [Córdova-Esparza et al. 2024].

Na Engenharia de Software, estratégias como atividades práticas, aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem baseada em exemplos demonstram potencial para aumentar a motivação discente e facilitar a compreensão de conceitos abstratos ou complexos [Irabedra et al. 2025, Bonetti et al. 2025]. No entanto, embora o propósito dessas abordagens seja justamente ir além do conhecimento técnico para desenvolver competências interpessoais e de resolução de problemas [Córdova-Esparza et al. 2024], ainda se observa que muitos estudos privilegiam métricas de desempenho acadêmico, como notas e aprovação, enquanto os aspectos subjetivos do processo de aprendizagem recebem atenção mais limitada na literatura.

Em nosso trabalho anterior [Greco et al. 2025], apresentamos a estruturação de uma disciplina de ESE baseada em Aprendizagem Ativa e validamos sua eficácia quanto ao engajamento, à percepção geral de aprendizado e motivação. No entanto, enquanto aquela análise concentrou-se majoritariamente nos resultados acadêmicos e na aceitação da metodologia, a literatura ainda carece de investigações focadas na evolução da confiança do estudante. Este artigo difere dessa abordagem ao deslocar o foco da validação do método para a transformação do indivíduo: investigamos especificamente a autoeficácia percebida, analisando se a vivência prática constrói a segurança necessária para que o discente se sinta apto a conduzir experimentos na vida profissional, para além das métricas tradicionais de aprovação.

## **2. Fundamentação Teórica**

### **2.1. Engenharia de Software Experimental**

Historicamente, a Engenharia de Software caracterizou-se por uma forte dependência do julgamento humano e da experiência individual, com a adoção de tecnologias e metodologias frequentemente orientada por tendências ou preferências subjetivas. Esse cenário contribuiu para a consolidação de práticas pouco fundamentadas empiricamente, dificultando a previsibilidade e a garantia da qualidade nos projetos de software.

Nesse contexto, críticas como as de [Tichy 1998] questionaram a ausência de rigor científico na área, ao apontar a escassez de dados empíricos que sustentassem muitas das afirmações feitas na Ciência da Computação. Em resposta a essas limitações, emergiu a ESE, cujo objetivo central é promover a tomada de decisão baseada em evidências, por meio da aplicação sistemática de métodos científicos, como experimentos, estudos de caso e surveys. Conforme argumenta [Basili et al. 1999], a experimentação é essencial para consolidar a Engenharia de Software como uma disciplina científica, permitindo a avaliação objetiva e reproduzível de técnicas, processos e ferramentas.

No âmbito educacional, a ESE pressupõe a integração entre teoria e prática, possibilitando que o estudante planeje, execute e analise estudos empíricos de forma estruturada. Alinhada a essa perspectiva, a abordagem proposta por [Greco et al. 2025] incor-

pora a execução de estudos primários no ensino de graduação, aproximando o discente das práticas adotadas em uma Engenharia de Software orientada por evidências.

### 3. Trabalhos Relacionados

A literatura recente sobre o ensino de Engenharia de Software tem destacado a transição de modelos tradicionais para abordagens baseadas em aprendizagem ativa. [Córdova-Esparza et al. 2024], em uma revisão sistemática, identificaram que estratégias centradas no estudante favorecem não apenas a retenção de conteúdo, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico. No mesmo sentido, [Irabedra et al. 2025] e [Bonetti et al. 2025] demonstram que o uso de projetos práticos e exemplos reais aumenta o engajamento discente, mitigando a abstração excessiva de conceitos técnicos. ESE, [Mendez et al. 2024] e [Avgeriou et al. 2024] discutem a importância de estruturar currículos que combinem teoria estatística com a execução prática, preparando o estudante para uma indústria orientada por evidências.

Trabalhos recentes têm investigado a aplicação dessas estratégias no ensino de ESE. [Meireles et al. 2024] analisaram a percepção de estudantes de graduação e pós-graduação sobre o uso de aprendizagem ativa, focando majoritariamente em atividades de Mapeamento Sistemático. Inspirados por essa abordagem, [Greco et al. 2025] adaptaram a metodologia especificamente para o contexto de graduação, deslocando o foco para a execução de estudos primários, como experimentos, estudos de caso e surveys. Em sua análise, [Greco et al. 2025] validaram a eficácia da abordagem pedagógica, demonstrando que 88,2% dos estudantes relataram maior segurança ao final do curso e que a motivação apresentou correlação com a percepção de valor da disciplina.

Em contraste com esses estudos, este trabalho, embora situado no mesmo contexto de ensino prático explorado por [Greco et al. 2025], avança a investigação ao deslocar o foco da validação pedagógica geral para uma análise psicométrica da autoeficácia percebida, entendida como a crença do estudante em sua capacidade de planejar, conduzir e analisar estudos empíricos. Enquanto os trabalhos anteriores avaliaram predominantemente satisfação e desempenho, esta pesquisa investiga estatisticamente como a motivação em tópicos específicos, como análise qualitativa e estatística, influencia a construção da confiança discente. Diferentemente de uma replicação direta, este estudo utiliza o mesmo contexto pedagógico como base para investigar um fenômeno distinto, buscando compreender os fatores que levam o estudante a se sentir apto a aplicar ESE na prática profissional.

### 4. Metodologia

Esse trabalho descreve uma experiência de ensino em uma turma da disciplina eletiva de ESE de 64 horas, ministrada no campus de uma universidade, para cursos de graduação. O objetivo geral da disciplina é capacitar o estudante nos fundamentos de ESE, abrangendo estudos primários e secundários.

Durante a disciplina, a professora responsável e três monitores realizaram o acompanhamento das atividades. A turma foi composta por 63 estudantes, sendo 39 do curso de Engenharia de Software e 24 de Ciência da Computação. A sequência das atividades ao longo do semestre foi a seguinte (detalhes em [Greco et al. 2025]):

- **Estudos primários e secundários:** aulas dialogadas [Wohlin et al. 2012, Kitchenham 2004];
- **Experimentos controlados:** estudo dirigido em grupos de até 3, com seminários (Cap. 6–9 de [Wohlin et al. 2012]);

- **Análise estatística:** aula expositiva + laboratório com JASP<sup>1</sup>, usando dados de [Fonseca et al. 2024];
- **TP1:** reanálise de experimento controlado em grupos de 3, com apresentação em sala;
- **Estudos de caso e surveys:** estudos dirigidos (Cap. 5 de [Wohlin et al. 2012], Cap. 3 de [Shull et al. 2008]);
- **Análise qualitativa:** aula + laboratório com Taguette<sup>2</sup> e Flourish<sup>3</sup> [Desidério et al. 2024];
- **TP2:** planejamento, execução e análise de estudo primário (experimento, caso ou *survey*) em grupos de até 6, com duas apresentações.

A metodologia adotada foi inspirada em [Meireles et al. 2024], porém ajustada às características do perfil de estudantes de graduação da turma. As aulas introdutórias sobre estudos primários e secundários foram alinhadas ao nível da turma, e as sessões práticas de laboratório em análise estatística e qualitativa utilizaram JASP, Taguette e Flourish. Em função de limitações de espaço físico e do tamanho da turma, debates em grande grupo não foram priorizados. O tema Design Science Research não foi abordado, uma vez que a disciplina não tinha como público-alvo estudantes de pós-graduação. Diferentemente do que é descrito nos trabalhos práticos de [Meireles et al. 2024], que enfatizava etapas de mapeamento sistemático e o planejamento de novos experimentos, nesta experiência concentrou-se o esforço em atividades práticas com estudos primários, mantendo a reanálise de um experimento controlado e adicionando a execução completa de um estudo primário (experimento, estudo de caso ou *survey*) como eixo central de aprendizagem.

#### 4.1. Pesquisa de Percepção dos Estudantes

A percepção dos estudantes foi investigada por meio de questionário online (Google Forms), estruturado a partir do instrumento de [Meireles et al. 2024], com 31 questões (24 fechadas e 7 abertas) em cinco blocos: dados demográficos, percepção de aprendizagem antes/depois, motivação e valor atribuído. A participação foi voluntária, com TCLE assegurando anonimato e uso acadêmico. O questionário foi divulgado em sala ao final da disciplina; dos 63 matriculados, 21 responderam. O questionário completo e os procedimentos de análise estão disponíveis no repositório.

Para o tratamento dos dados, foi adotada uma abordagem mista (*mixed-methods*), combinando análises quantitativas e qualitativas. Os dados quantitativos foram organizados, analisados e visualizados por meio de notebooks Python, com o uso de bibliotecas amplamente empregadas em análise de dados e estatística, como Pandas<sup>4</sup> para manipulação e organização dos dados, Scipy<sup>5</sup> para análises estatísticas e Matplotlib<sup>6</sup> para a geração dos gráficos. A implementação e execução dos scripts ocorreram na IDE Cursor<sup>7</sup>, utilizando notebooks Jupyter<sup>8</sup>, que permitiram a execução interativa das análises e a visualização dos resultados.

---

<sup>1</sup>JASP: <https://jasp-stats.org/>

<sup>2</sup>Taguette: <https://www.taguette.org/>

<sup>3</sup>Flourish: <https://flourish.studio/>

<sup>4</sup>Pandas: <https://pandas.pydata.org/>

<sup>5</sup>Scipy: <https://scipy.org/>

<sup>6</sup>Matplotlib: <https://matplotlib.org/>

<sup>7</sup>Cursor: <https://www.cursor.so/>

<sup>8</sup>Jupyter: <https://jupyter.org/>

A análise quantitativa contemplou estatísticas descritivas e visualizações por meio de boxplots, com o objetivo de examinar o desempenho dos estudantes nas atividades propostas. Adicionalmente, foram conduzidas análises de regressão para investigar a relação entre variáveis associadas à motivação, conhecimento prévio e confiança percebida, bem como análises de confiabilidade para avaliar a consistência interna dos blocos do instrumento de coleta. Os procedimentos estatísticos foram realizados de forma colaborativa por dois pesquisadores, visando maior rigor na condução e interpretação dos resultados.

Para a análise qualitativa, as respostas às sete questões abertas do questionário foram submetidas a um processo de codificação aberta [Saldaña 2021], no qual dois pesquisadores identificaram, de forma independente, códigos temáticos emergentes a partir dos relatos dos estudantes. Os códigos foram posteriormente consolidados por consenso e organizados em categorias temáticas, permitindo a triangulação com os resultados quantitativos e uma compreensão mais aprofundada da experiência vivenciada pelos discentes.

## 5. Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir dos dados coletados por meio do questionário e das planilhas de acompanhamento de notas/atividades. Os dados quantitativos são apresentados utilizando representações gráficas e análises estatísticas, enquanto os dados qualitativos são apresentados por meio de códigos temáticos emergentes e citações representativas dos estudantes.

### 5.1. Desempenho da turma

A Figura 1 apresenta a distribuição das notas dos trabalhos práticos TP1 e TP2. Em ambos, a maior parte das notas concentra-se entre 7,5 e 9,5, indicando desempenho geral elevado da turma.

Observa-se que a mediana do TP2 é ligeiramente superior à do TP1, sugerindo melhora no desempenho ao longo da disciplina. O TP1 apresenta maior variabilidade, enquanto o TP2 mostra distribuição mais concentrada, com menor dispersão. Em ambos os trabalhos, há outliers associados a notas muito baixas, representando casos isolados de baixo desempenho.

De modo geral, os resultados indicam uma progressão no desempenho entre as duas avaliações e um nível de desempenho consistente para a maioria dos estudantes.

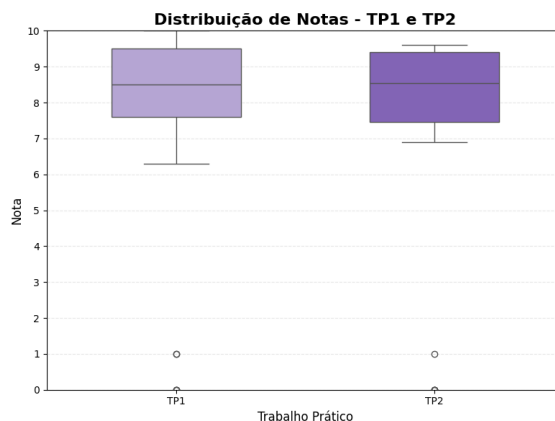


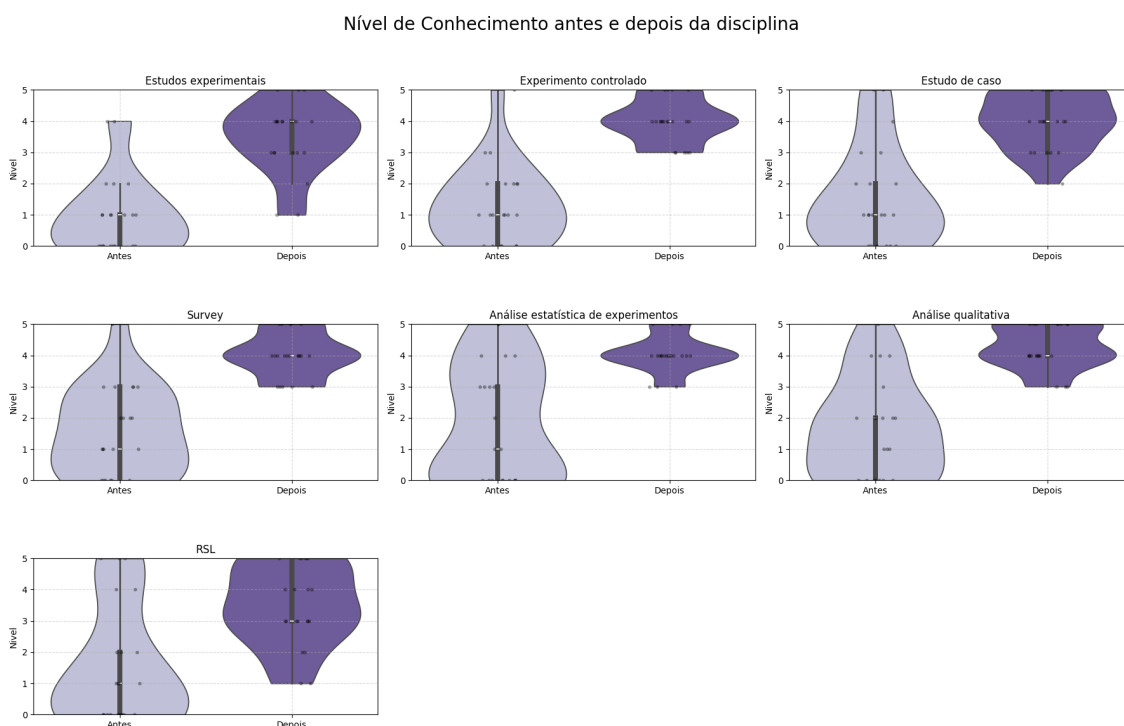
Figura 1. Performance dos estudantes nos trabalhos práticos

## 5.2. Percepção de motivação

A Figura 2 apresenta uma análise comparativa do nível de conhecimento dos estudantes em sete tópicos de metodologia de pesquisa experimental, avaliados antes e depois da disciplina, por meio de gráficos de violino com boxplots internos e pontos individuais sobrepostos.

Cada subgráfico corresponde a um tópico específico — Estudos Experimentais, Experimento Controlado, Estudo de Caso, Survey, Análise Estatística, Análise Qualitativa e Revisão Sistemática da Literatura (RSL) — comparando as condições “Antes” e “Depois”. A escala de resposta varia de 0 a 5, representando o nível de conhecimento autoavaliado.

A visualização permite observar mudanças nas medianas, na dispersão e na forma das distribuições entre as duas condições, bem como a presença de valores atípicos, possibilitando uma avaliação visual do impacto da disciplina sobre o conhecimento dos estudantes em cada tópico.



**Figura 2. Distribuição dos níveis de conhecimento antes e depois do curso através de sete tópicos**

## 5.3. Análise Qualitativa das Percepções Discentes

Para compreender como a autoeficácia foi construída ao longo da disciplina e quais aspectos da vivência prática mais influenciaram a percepção dos estudantes, realizou-se uma análise qualitativa das respostas às sete questões abertas do questionário de percepção, por meio de codificação aberta. Os resultados são organizados em quatro eixos temáticos.

### 5.3.1. Experiência prévia e ponto de partida

Dos 21 respondentes, 13 declararam não possuir experiência prévia com ESE. Relatos como “*Nunca conduzi um estudo*” (E1), “*Nenhum*” (E4, E12, entre outros) e “*Não utili-*

zei nenhum, foi a primeira vez que fui apresentado à engenharia de software experimental” (E17) evidenciam que a disciplina representou, para a maioria, o primeiro contato estruturado com métodos empíricos. Apenas quatro relataram experiência prévia diversificada; os demais mencionaram experiências pontuais. A autoeficácia ao final do curso foi construída predominantemente durante a disciplina.

### 5.3.2. Construção da autoeficácia

A análise das justificativas dos estudantes sobre sua capacidade percebida ao final da disciplina revelou três códigos temáticos centrais.

O código mais frequente, presente em 12 dos 21 relatos, foi a **autoeficácia construída pela vivência prática**. Os estudantes atribuíram a confiança à experiência de planejar, executar e analisar um estudo empírico:

- E1: “Após a disciplina eu consigo mapear e estruturar um estudo, consigo fazer o passo a passo até o levantamento e estudo dos dados.”
- E3: “Com o trabalho prático, onde tivemos que elaborar e dirigir um estudo de caso, me fez me sentir mais confiante para realizar pesquisas, já que agora possuo essa experiência.”
- E17: “Agora tenho uma boa noção de como realizar análises qualitativas e quantitativas e me sinto bem mais confiante em conduzir qualquer tipo de experimento.”

O segundo código, a **clareza metodológica adquirida**, apareceu em 6 relatos: “O fato da disciplina ter mostrado o passo a passo de como conduzir uma pesquisa me fez sentir menos insegurança” (E4); “Os passos para uma análise quantitativa e/ou qualitativa são bem definidos, eu não tinha essa percepção antes” (E20).

Por fim, dois relatos indicaram **dificuldades remanescentes**, sugerindo que a construção da autoeficácia não foi uniforme entre todos os participantes: “O projeto final me definiu uma nova visão sobre condução de uma pesquisa, mas ainda é complicado, mas nada que mais estudo não solucione” (E14).

### 5.3.3. Impacto dos estudos dirigidos

Os estudos dirigidos — atividades conduzidas de forma autônoma pelos alunos, organizadas em grupos e apresentadas periodicamente para a turma — foram avaliados positivamente pela maioria dos respondentes, embora desafios relevantes tenham sido identificados.

O principal facilitador foi o mecanismo de **aprender ensinando**: “Acredito que ler e ter que interpretar para entender o conteúdo [...] fez com que a gente se sentisse mais capaz (autoconfiança) e trabalhasse o raciocínio, já que de certa forma precisávamos elaborar ‘uma aula’ para apresentá-la posteriormente” (E3). A **autonomia** e o **trabalho colaborativo** foram igualmente valorizados: “Essa metodologia me possibilitou mais autonomia e me fez aprender bastante” (E8); “O fato de ter sido em grupo facilitou a compreensão dos conteúdos” (E4).

Entre os desafios, a **fragmentação do conteúdo em grupos** foi a dificuldade mais expressiva: “Facilitou para absorver melhor os conteúdos pelos quais eu ficava responsável, mas dificultou em ter uma visão do conteúdo todo. Como os capítulos eram

*muito grandes e o tempo era muito curto, meu grupo acabou dividindo os conteúdos entre os integrantes [...] acabou que eu não absorvi bem os conteúdos que foram resumidos pelas outras pessoas” (E7). A barreira linguística dos materiais em inglês também foi mencionada como fator dificultador (E14).*

#### 5.3.4. Fatores motivacionais e contribuição para a formação

A análise das respostas sobre motivação revelou cinco códigos temáticos que explicam qualitativamente por que a motivação é o principal preditor da confiança, conforme evidenciado na análise de regressão (Seção 5.4).

A **aplicação prática dos conteúdos** foi o fator motivacional mais citado (8 estudantes): *“As aplicações práticas das técnicas passadas ao longo da cadeira” (E2); “A possibilidade de planejar, conduzir e analisar os dados, na prática, me motivou a participar ativamente das atividades” (E13). A ausência de provas tradicionais* emergiu como diferencial relevante: *“A não necessidade de provas ajudou bem mais no aprendizado” (E6); “A forma como a disciplina foi conduzida com estudos dirigidos tirando da prática tradicional das avaliações teve impacto positivo no aprendizado” (E8). A conexão com projetos pessoais*, especialmente o TCC, também se mostrou relevante: *“Os conteúdos abordados na disciplina me ajudaram a construir várias ideias para o meu TCC” (E17); “O artigo que eu estava fazendo em paralelo com a disciplina me ajudou e me orientou muito” (E10).*

Quanto à contribuição para a formação, 15 dos 21 respondentes mencionaram a preparação para conduzir pesquisas futuras: *“Posso conduzir experimentos com um melhor direcionamento [...]. Assim posso extrair resultados significativos com questões que venham a surgir na minha vida profissional” (E7); “A disciplina fez com que eu tivesse mais confiança em relação ao que posso fazer em uma pesquisa” (E3). Uma sugestão identificada foi evitar a fusão tardia de equipes para o TP2: “Talvez não unir dois grupos para o trabalho prático 2, às vezes a dinâmica com outra equipe, introduzida de maneira tardia, pode não ser tão interessante” (E17).*

#### 5.4. Análise de Regressão

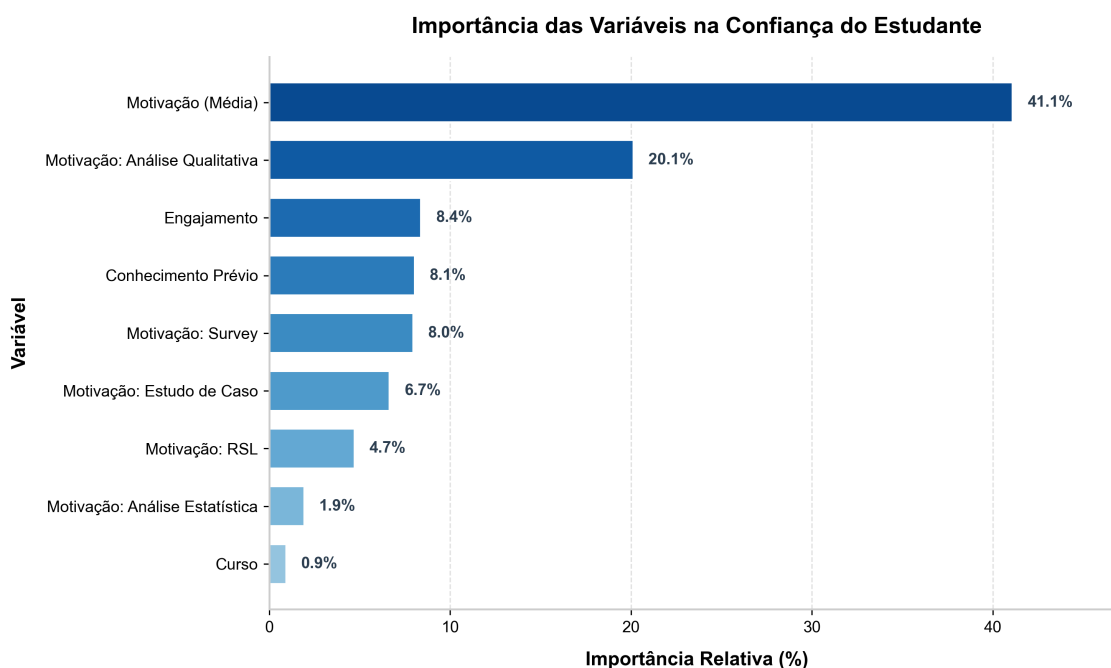
A análise de regressão é uma técnica estatística que permite identificar quais variáveis mais influenciam uma variável de interesse, neste caso, a confiança dos estudantes. Ela é particularmente útil para priorizar intervenções pedagógicas: saber quais fatores são os principais preditores da confiança orienta onde concentrar esforços didáticos. Para identificar quais fatores influenciam a confiança dos estudantes em conduzir pesquisas experimentais, foi ajustado um modelo de Random Forest Regressor, um modelo que aprende relações entre variáveis e indica quanto cada uma contribui para prever o resultado. A Figura 3 apresenta a importância relativa das variáveis no modelo, evidenciando que **a motivação média dos estudantes** é, de longe, o fator mais determinante da confiança (41,1%), seguida da **motivação para Análise Qualitativa** (20,1%). Em posição secundária, Engajamento (8,4%), Conhecimento prévio (8,1%) e Motivação para Survey (8,0%) contribuem de forma moderada; Estudo de Caso (6,7%) e RSL (4,7%) possuem contribuição menor. As variáveis de menor impacto foram motivação para análise estatística (1,9%) e curso de origem (0,9%), indicando que a confiança é mais influenciada por aspectos motivacionais e pedagógicos do que por características demográficas.

### 5.5. Análise de Confiabilidade do Instrumento

A análise de confiabilidade avalia a consistência interna do questionário, isto é, se os itens que medem o mesmo constructo (por exemplo, conhecimento ou motivação) estão alinhados entre si. Essa verificação é importante para garantir que os resultados sejam interpretáveis e confiáveis; valores baixos indicam necessidade de revisar ou reformular itens em futuras aplicações. Para verificar a robustez do instrumento de coleta, realizou-se uma análise psicométrica baseada no  $\alpha$  de Cronbach (coeficiente que varia de 0 a 1 e mede o quanto os itens de um bloco concordam entre si; valores  $\geq 0,70$  costumam ser considerados aceitáveis), nas correlações item-total e na simulação de exclusão de itens. A Figura 4 sintetiza os resultados para os três blocos do questionário.

Os Blocos 1 (Conhecimento Antes,  $\alpha = 0,928$ ) e 2 (Conhecimento Depois,  $\alpha = 0,832$ ) apresentaram consistência interna acima do limiar recomendado ( $\alpha \geq 0,70$ ), com correlações item-total entre 0,494 e 0,888, indicando forte alinhamento dos itens aos constructos medidos. O Bloco 3 (Motivação), por outro lado, obteve  $\alpha = 0,616$ , com correlações item-total próximas ao limiar mínimo de aceitabilidade (0,323–0,472).

A análise de exclusão de itens revelou que, nos Blocos 1 e 2, a remoção de qualquer item produziria variação marginal no  $\alpha$ . No Bloco 3, a exclusão do item de RSL elevaria o  $\alpha$  para 0,640, enquanto a remoção de “Estudo de Caso” o reduziria para 0,520, evidenciando heterogeneidade no constructo de motivação. Esses resultados sugerem a necessidade de revisão dos itens de motivação em futuras aplicações do instrumento.



**Figura 3. Importância das variáveis na confiança do estudante**

Análise de Confiabilidade - Alpha de Cronbach

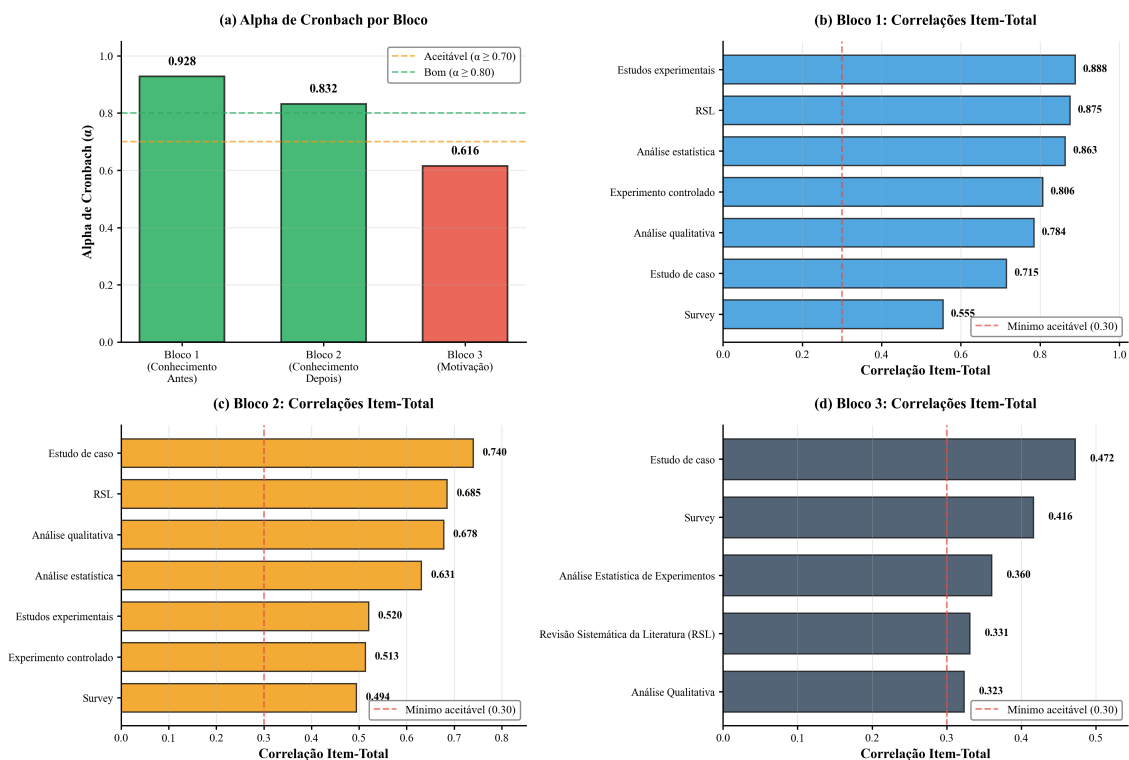


Figura 4. Alpha de Cronbach e correlações item-total por bloco

## 6. Lições Aprendidas

A implementação da Aprendizagem Ativa em uma turma de 63 estudantes gerou aprendizados relevantes para futuras ofertas da disciplina. Esta seção apresenta as perspectivas da equipe docente e dos monitores, articulando-as com os achados qualitativos e quantitativos apresentados anteriormente.

### 6.1. O que funcionou

A progressão entre os dois trabalhos práticos mostrou-se um dos elementos mais eficazes. No TP1, os estudantes reanalisaram um experimento controlado publicado; no TP2, planejaram, executaram e analisaram seus próprios estudos primários. Essa transição gradual, da reanálise à condução autônoma, foi percebida pela professora como fundamental para a autoeficácia, corroborada pelos dados: a mediana do TP2 foi superior à do TP1. Os estudos dirigidos promoveram o mecanismo de *aprender ensinando*; a monitoria observou discussões espontâneas nos seminários. As sessões de laboratório (JASP, Taguette, Flourish) conectaram teoria e prática; a presença de três monitores [Greco et al. 2025] foi importante para atender a turma. A ausência de provas tradicionais foi citada pelos estudantes como fator motivacional e refletiu-se em maior engajamento contínuo.

### 6.2. O que não funcionou ou pode ser aprimorado

A principal dificuldade observada pelos monitores foi a **curva de aprendizado em análise estatística**. No TP1, alguns grupos não conseguiram reproduzir os testes estatísticos ou não compreenderam a necessidade de verificar a normalidade dos dados antes de selecionar o teste de hipóteses adequado. Esse desafio sugere a necessidade de

sessões adicionais de laboratório focadas exclusivamente em análise estatística antes da atribuição do TP1.

A **fragmentação do conteúdo nos estudos dirigidos** foi uma dificuldade identificada tanto nos relatos qualitativos quanto nas observações dos monitores. Quando confrontados com capítulos extensos e prazos curtos, alguns grupos dividiram o material entre os integrantes, resultando em compreensão parcial do conteúdo. Uma possível melhoria seria reduzir o escopo dos estudos dirigidos ou adicionar sessões de discussão pós-seminário em formato de mesa-redonda, criando um espaço para esclarecimento coletivo de dúvidas.

A **barreira linguística** com materiais em inglês também foi mencionada como fator dificultador. Embora a leitura em inglês seja uma competência esperada na formação acadêmica, a equipe docente reconhece que a disponibilização de materiais complementares em português pode facilitar a compreensão inicial dos conceitos.

A **fusão tardia de equipes** para o TP2 foi reportada por um estudante como problemática, indicando que a dinâmica de grupo já estabelecida pode ser prejudicada pela introdução de novos integrantes em estágio avançado do semestre.

Por fim, os monitores observaram que, no início do semestre, **alguns estudantes não compreenderam que deveriam completar todos os estudos dirigidos**, e não apenas aqueles que iriam apresentar. Essa observação reforça a importância de comunicar explicitamente as expectativas de cada atividade desde o primeiro dia de aula.

### 6.3. Para quem a abordagem funcionou melhor

A análise de regressão (Seção 5.4) evidenciou que o curso de origem do estudante (Engenharia de Software ou Ciência da Computação) teve impacto quase nulo (0,9%) na confiança adquirida, indicando que a abordagem é igualmente eficaz independentemente da formação base. Os estudantes que mais se beneficiaram foram aqueles que perceberam conexão direta entre a disciplina e seus projetos pessoais, especialmente o TCC, conforme evidenciado nos relatos qualitativos. Estudantes sem qualquer experiência prévia em ESE (13 dos 21 respondentes) demonstraram os maiores ganhos de autoeficácia, sugerindo que a disciplina é particularmente valiosa para alunos em primeiro contato com métodos empíricos.

## 7. Considerações finais

Os resultados indicam que estratégias de aprendizagem ativa contribuem para o desenvolvimento do conhecimento metodológico e para o fortalecimento da autoconfiança dos estudantes em Engenharia de Software Experimental, sendo a motivação o fator mais fortemente associado à confiança para conduzir pesquisas empíricas. A análise qualitativa revelou que a autoeficácia foi construída predominantemente pela vivência prática de condução de estudos completos, com 12 dos 21 respondentes atribuindo sua confiança diretamente a essa experiência. A triangulação entre os dados quantitativos e qualitativos evidencia que a motivação, identificada como principal preditor da confiança no modelo de regressão, é alimentada pela aplicação prática dos conteúdos, pela ausência de provas tradicionais e pela conexão com projetos pessoais dos estudantes.

A experiência também evidenciou desafios concretos: a curva de aprendizado em análise estatística, a fragmentação do conteúdo nos estudos dirigidos e a barreira linguística. Para docentes que considerem adotar abordagem semelhante, recomenda-se a progressão gradual entre atividades de reanálise e condução autônoma de estudos, a

comunicação explícita das expectativas desde o início do semestre, e a alocação de monitores em número proporcional ao tamanho da turma.

Como perspectivas de trabalhos futuros, destacam-se o aprimoramento do instrumento de coleta, especialmente a revisão dos itens de motivação cuja confiabilidade foi questionável ( $\alpha = 0,616$ ), bem como a replicação do estudo em outras turmas e contextos institucionais. Investigações com amostras maiores e análises longitudinais podem oferecer evidências mais robustas sobre o impacto dessas estratégias na formação de profissionais orientados por evidências.

### **Artefatos relacionados ao trabalho**

Os artefatos associados a este estudo, incluindo os instrumentos de coleta, os dados coletados e os *notebooks* utilizados nas análises, estão disponíveis publicamente no Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18772199>.

### **Agradecimentos**

A equipe de autoria agradece ao Programa de Iniciação à Docência (PID) da UFC.

### **Uso de Inteligência Artificial**

Neste trabalho, ferramentas de Inteligência Artificial Generativa foram utilizadas para suporte técnico (por meio do Cursor AI na depuração do código de geração dos gráficos) e para apoio editorial (revisão linguística e reestruturação de trechos a partir de versões preliminares redigidas pelas pessoas autoras), sem participação na definição das decisões metodológicas, análises estatísticas, interpretações ou conclusões, que são integralmente de responsabilidade das pessoas autoras.

### **Referências**

- Avgeriou, P., Ali, N. B., Kalinowski, M., and Mendez, D. (2024). Designing a syllabus for a course on empirical software engineering. In *Handbook on Teaching Empirical Software Engineering*, pages 13–28. Springer.
- Basili, V., Shull, F., and Lanubile, F. (1999). Building knowledge through families of experiments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 25(4):456–473.
- Bonetti, T. P., Silva, W., and Colanzi, T. E. (2025). Example-based learning in software engineering education: a systematic mapping study. *Computer Science Education*, pages 1–37.
- Córdova-Esparza, D.-M., Romero-González, J.-A., Córdova-Esparza, K.-E., Terven, J., and López-Martínez, R.-E. (2024). Active learning strategies in computer science education: A systematic review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(6):50.
- Desidério, S. B., Lelis, M. R. L., Rodrigues, M. E., and Marques, A. B. (2024). How ready for hci? a qualitative analysis of the practice of soft skills related to hci by women involved in the digital girls program partners projects. *Journal on Interactive Systems*, 15(1):504–516.
- Fonseca, C. L., Zaina, L. A., and Marques, A. B. (2024). Avaliação de métodos para elicitación e especificação de requisitos de usabilidade com histórias de usuário: Um experimento controlado. In *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES)*, pages 257–268. SBC.

- Greco, R. D., Desidério, S. B., Bandeira, C. C. S., and Marques, A. B. d. S. (2025). Learning through practice: Teaching empirical software engineering for undergraduate students. In *Anais do XXXIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES)*, pages 588–598. SBC.
- Irabedra, J. I., Solari, M., and Mousqués, G. (2025). Active learning pedagogical strategies in software engineering university courses. *CLEI Electronic Journal*, 28(5):6–1.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004):1–26.
- Meireles, M. A. C., Rocha, S., Maldonado, J. C., and Conte, T. (2024). An experience report on the use of active learning in empirical software engineering education: Understanding the pros and cons from the student’s perspective. In *Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*, pages 380–390.
- Mendez, D., Avgeriou, P., Kalinowski, M., and bin Ali, N. (2024). *Handbook on Teaching Empirical Software Engineering*. Springer.
- Saldaña, J. (2021). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*.
- Shull, F., Singer, J., and Sjøberg, D. I. (2008). *Guide to advanced empirical software engineering*, volume 93. Springer.
- Tichy, W. (1998). Should computer scientists experiment more? *Computer*, 31(5):32–40.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., Wesslén, A., et al. (2012). *Experimentation in software engineering*, volume 236. Springer.