

APRENDIZAGEM ATIVA APLICADA À ENGENHARIA: UM ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO DO APRENDIZADO

ACTIVE LEARNING APPLIED TO ENGINEERING UNDERGRADUATE: A STUDY ON LEARNING PERCEPTION

Elias José de Rezende Freitas¹, Laís Sergiane Fortes²

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v39p295-311.2020

RESUMO

A sociedade atual exige novos desafios para o ensino e, diante desses desafios, percebe-se a necessidade constante de melhorias e adequações das metodologias de aprendizagem. No entanto, muitas vezes, a experiência de aprendizado dos alunos que concluem os cursos de engenharia não é avaliada. Com o objetivo de sanar essa lacuna, este trabalho apresenta um estudo sobre a percepção, de maneira geral, do aprendizado do aluno do curso de engenharia e uma avaliação da aplicação de uma estratégia de aprendizagem ativa, baseada em modelo híbrido da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Com base nas pesquisas de campo realizadas, verificou-se, por exemplo, a importância dada pelos alunos ao aspecto prático, algumas necessidades de melhoria em relação à interdisciplinaridade e à resolução de problemas reais nas disciplinas. Por outro lado, com a aplicação da metodologia de aprendizagem ativa proposta, percebeu-se um aumento efetivo e desejável da motivação e do aprendizado do aluno ao longo do semestre.

Palavras-chave: aprendizagem ativa; aprendizagem baseada em problemas; ensino na engenharia.

ABSTRACT

Today's society demands new challenges for teaching, requiring constant improvement and adjustments in learning methodologies. However, it is often not dedicated to assessing the learning experience of students who complete the engineering courses. To fill this gap, this paper presents a general study on the perception of the student's learning in the engineering course and an evaluation of the application of an active learning strategy, based on a hybrid model of Problem-Based Learning. Based on the field research carried out, it was verified, for example, the importance given by students to the practical aspect, some needs for improvement about interdisciplinarity and the resolution of real problems in the disciplines. On the other hand, with the application of the proposed active learning methodology, an effective and desirable increase in student motivation and learning was noticed throughout the semester.

Keywords: active learning; problem-based learning; teaching in engineering.

¹ Professor Me., Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Avançado Itabirito, MG; elias.freitas@ifmg.edu.br.

² Graduada, Universidade Federal de Ouro Preto, MG; lais.sergiane@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O papel da escola desde o século XVIII tem sido muitas vezes reduzido àquele de difundir os conhecimentos acumulados pela sociedade. Isso se dá de tal maneira que o professor é tanto o centro do processo quanto o detentor do conhecimento, e os alunos acabam sendo reduzidos a replicadores e a memorizadores do conteúdo ministrado pelo professor (SAVIANI, 1991).

Verifica-se que esse modelo de escola é antiquado e ineficiente numa sociedade cada vez mais conectada, com acesso à informação, que enfrenta novos desafios e apresenta novas necessidades. Ou seja, há uma exigência de novas metodologias de aprendizagem, como apontam Camargo e Daros (2018):

O grande desafio deste momento histórico é a prática de metodologias que possibilitem uma práxis pedagógica capaz de alcançar a formação do sujeito criativo, crítico, reflexivo, colaborativo, capaz de trabalhar em grupo e resolver problemas reais. (CAMARGO; DAROS, 2018, p. xiii)

Doyle (2018) ainda enfatiza que a principal demanda do mercado de trabalho do século XXI é por profissionais que além de terem o conhecimento técnico possuam habilidades que transcendem o domínio estrito de uma área, como a habilidade de liderar, de gerir um projeto, de trabalhar em equipe, de comunicar-se, ou seja, em síntese: possuir um perfil holístico.

Contudo, percebe-se que essas habilidades não são, comumente, desenvolvidas durante a formação acadêmica, nem mesmo no ensino superior. Nesse sentido, o conhecimento técnico adquirido muitas vezes está limitado a uma visão muito teórica, já que em muitas disciplinas não são fornecidas chaves de leitura para a sua aplicação prática.

Diante dessas necessidades e dessa problemática, o ensino superior em Engenharia no Brasil parece reagir muito lentamente, requerendo ainda iniciativas e mudanças que valorizem e desenvolvam essas habilidades requeridas pela sociedade com os alunos e que permitam que eles sejam protagonistas do seu

próprio aprendizado (BARBOSA; MOURA, 2014).

Com esse intuito, estratégias de aprendizagem ativa – como a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) –, que têm raízes muito antigas e que são adotadas no ensino em vários países, têm chamado a atenção, atualmente, de vários educadores. Essas metodologias podem ser uma maneira viável de tornar o ensino mais atraente e mais eficiente, atendendo tanto à demanda do mercado de trabalho quanto a do efetivo aprendizado do aluno (ARAÚJO, 2010).

Nesse contexto, este trabalho visa a apresentar um estudo sobre a percepção do aprendizado do aluno e ex-aluno do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e, ao mesmo tempo, a verificar a importância da aplicação de estratégias de aprendizagem ativa nesse curso.

As demais partes deste trabalho estão divididas em uma revisão bibliográfica que apresenta a visão do processo de aprendizagem, seguida da metodologia adotada para as pesquisas de campo, da apresentação e discussão dos resultados obtidos e, por fim, da conclusão do trabalho.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

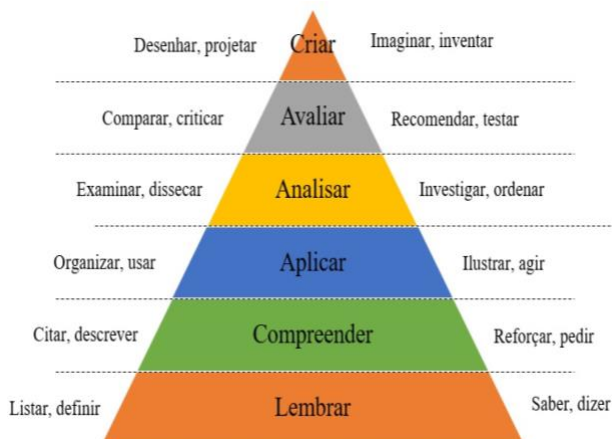
A aprendizagem é um processo contínuo, a cada instante há a aquisição de novas informações, não restringindo a idade da pessoa (MACHADO et al., 2010). Percebe-se que o processo de aprendizagem tradicional tem levado em consideração somente a capacidade do indivíduo de receber uma informação e de memorizá-la. Entretanto, sabe-se que a consolidação da memória não depende somente do mecanismo neurológico, mas também da influência emocional, o que interfere diretamente no processo de aprendizagem (ADÃO, 2013), como corrobora Relvas (2016):

A aprendizagem, a princípio, é cognitiva, mas a base é emocional. O professor é o encantador dos conteúdos curriculares, podendo promover sinapses de qualidade no cérebro de seus alunos,

com emoções positivas e ativando o cérebro de recompensa. (RELVAS, 2016, p. 9)

No intuito de possibilitar uma classificação desses processos de aprendizagem, a Taxonomia de Bloom (Figura 1) permite considerar fatores cognitivos (domínio de conhecimento), afetivos (comportamentos e sentimentos) e psicomotores (habilidades físicas). No âmbito cognitivo, os estudos de Bloom mostram que as diferenças no processo de aprendizagem das pessoas são os níveis de profundidade e abstração que elas atingem. Essa taxonomia é dividida em seis objetivos definidos por verbos, sendo que o nível mais baixo da pirâmide representa o pensamento simples e que para elevar a qualidade do aprendizado, da abstração e da metacognição, é preciso primeiro dominar o nível anterior (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Figura 1 – Taxonomia atualizada de Benjamin Bloom



Fonte: elaborada pelos autores.

Já o estudo de Willian Glasser, psiquiatra norte-americano, autor de *Teoria da Escolha*, propõe também uma pirâmide de níveis de aprendizagem, demonstrando que de forma passiva (lendo, vendo e ouvindo) um aluno absorve cerca de 50% apenas do conteúdo (MEDEIROS, 2018). Porém, quando o aluno assume uma posição mais ativa, o ensino pode ser mais assertivo e gerar maiores ganhos, pois permite que o indivíduo discuta os conhecimentos, baseando-se em sua própria vivência e no seu contexto social, aplicando as ideias, expondo-se à experimentação e podendo até ensinar.

Nesse sentido, o uso de metodologias que promovem um ser ativo dentro da construção do próprio saber contribui para que o aprendiz tenha autonomia do seu processo de aprendizagem. O professor, nesse sentido, deve ser um facilitador que trabalha em conjunto com os alunos, trazendo para a sala de aula a experimentação de uma realidade. Assim, a aprendizagem ocorre na discussão, no questionamento e na construção coletiva do conhecimento (ALMEIDA, 2017).

Essas metodologias, denominadas metodologias ativas, apresentam uma mudança do foco, passando do “ensinar” para o do “aprender”. O professor passa de transmissor a mediador e facilitador do conteúdo, para que o aluno se torne o centro do processo de aprendizagem e, com isso, desenvolva novas habilidades, como o autoaprendizado, a capacidade de problematização da realidade e de reflexão crítica sobre o assunto, capacidade de trabalhar em equipe e de promover a disseminação de ideias inovadoras (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Entre as mais diferentes formas de estimular essas competências nos aprendizes, pode-se mencionar algumas das metodologias ativas mais utilizadas: a Sala de Aula Invertida, Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (ABP) e a Aprendizagem Baseada em Projetos Interdisciplinares (PLE).

Aplicadas ao ensino da engenharia, pode-se citar os trabalhos de Peña et al. (2018) e Kerr (2015) como exemplos de uso da metodologia baseada na Sala de Aula Invertida. Foram levantados, neste último, alguns pontos positivos alcançados: i) aumento da satisfação dos alunos; ii) melhor performance do ensino; e iii) redução da evasão da disciplina. Já a ABP pode ser exemplificada no trabalho de Araújo (2010), aplicada ao curso de Engenharia Agrícola e Ambiental; nesse trabalho os alunos deveriam realizar uma pesquisa de problemas na área e apresentar suas próprias soluções. Por sua vez, um exemplo de PLE é apresentado no trabalho de Fernandes, Flores e Lima (2010), aplicado ao Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade do Minho em Portugal, favorecendo competências transversais.

Apesar do entusiasmo de muitos professores da Engenharia em aplicar metodologias ativas, ainda predomina a utilização de metodologias tradicionais, baseadas em listas de exercícios, em uma teoria desconexa da realidade. Isso é justificado por experiências negativas dos professores ao adotarem pela primeira vez uma metodologia ativa, em razão de dúvidas do seu potencial, ou mesmo por ser mais cômoda a forma tradicional.

METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho é fundamentada em duas pesquisas de campo: i) pesquisa de levantamento da satisfação e do aprendizado do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação da UFOP; e ii) pesquisa de avaliação da aplicação de uma metodologia de aprendizagem ativa em uma disciplina específica desse curso (Robótica Móvel). As duas pesquisas de campo, detalhadas nas próximas seções, seguiram três etapas: i) planejamento da pesquisa; ii) coleta dos dados; e iii) tratamento dos dados.

Pesquisa de levantamento da satisfação e do aprendizado do aluno

Durante o planejamento da pesquisa de levantamento da satisfação e do aprendizado do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação da UFOP, definiu-se o público alvo e a forma de coletar os dados.

O público alvo foi determinado como sendo: os discentes e ex-alunos desse curso. Para a coleta de dados, foi utilizado um questionário com 27 perguntas (a maioria das perguntas fechadas e algumas abertas), com uma previsão de 10 a 15 minutos para se responder tal questionário.

Com o objetivo de facilitar a etapa de coleta de dados e garantir o anonimato do participante, utilizou-se a ferramenta *on-line* de formulários do Google. O envio do *link* do questionário foi realizado por *e-mail*, informando a finalidade da pesquisa. Estabeleceu-se, como duração da coleta, aproximadamente um mês para os discentes e

ex-alunos, tendo em vista que o número de professores no departamento avaliado é pequeno. Para lembrar a importância da pesquisa, também foi programado o reenvio de um novo *e-mail* durante essa etapa.

Após a coleta dos dados dos participantes, foi prevista a realização do tratamento desses dados, com a remoção das distorções da coleta (de preenchimento incompleto, em branco ou de erros de preenchimento), de maneira a se evitar informações confusas ou deficientes. Além disso, para facilitar a realização das análises e para a confecção de gráficos, os dados completos foram organizados em tabelas categorizadas.

Pesquisa de avaliação da aplicação de uma metodologia ativa de aprendizagem

O planejamento da pesquisa de avaliação da aplicação de uma metodologia de aprendizagem ativa iniciou-se com a escolha da disciplina eletiva Robótica Móvel, disponibilizada pelo Departamento de Controle e Automação (DECAT) da UFOP, com duração de sessenta horas (60 h) por semestre. Essa disciplina é ofertada aos alunos que estão cursando Engenharia de Controle e Automação e que possuem mais de 1500 horas cursadas; ou seja, alunos que já passaram pelo ciclo básico do curso. Essa escolha teve como principal motivação o caráter prático, tecnológico e inovador que a área de robótica tem em si mesma, além do que, por se tratar de uma disciplina eletiva, haveria maior liberdade na elaboração do plano de ensino. O número de vagas ofertadas foi limitado a 20 alunos, já que não haveria disponibilidade de estrutura e de materiais adequados para uma turma maior.

Optou-se por implementar um modelo híbrido da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Nesse modelo híbrido da ABP é considerado que o aluno já tenha cursado outras disciplinas que deem suporte à solução do problema a ser resolvido e que os demais conhecimentos podem ser adquiridos durante as aulas. Esse modelo é interessante para a disciplina ofertada, já que para solucionar problemas relacionados à robótica é necessário

um conhecimento prévio, por exemplo, tanto de programação quanto de eletrônica.

Pode-se sintetizar a metodologia de aprendizagem ativa utilizada nesta pesquisa em cinco principais blocos: i) aulas expositivas; ii) aulas práticas de desafios; iii) sala de aula invertida; iv) trabalho em grupo; v) *brainstorming*.

As aulas expositivas foram utilizadas para a apresentação de um determinado tópico teórico da disciplina do qual os alunos não tinham conhecimento prévio ou que necessitava ser conduzidas pelo professor para maior aprofundamento, considerando, normalmente, a complexidade do tópico, como exemplo o controle não-linear de um robô móvel. Essas aulas foram pontuais, já que o objetivo nessa metodologia é de tornar o aluno mais ativo durante o processo de aprendizagem.

Conjugado com as aulas expositivas, praticamente a cada semana um novo desafio foi passado para os alunos. Dessa forma, o conteúdo e a ementa da disciplina foram divididos em pequenos problemas, de maneira que quando solucionados formassem uma base de conhecimento para o aluno solucionar o problema real escolhido por ele, a ser apresentado como trabalho final.

A sala de aula invertida foi aplicada para que cada grupo, formado no início do semestre, pudesse apresentar para os demais um conteúdo específico da disciplina, tornando o aluno responsável não só pelo seu próprio aprendizado, mas também pelo dos seus colegas. Nesse caso, cada grupo foi responsável por estudar, apresentar e implementar na prática a obtenção de dados de um tipo de sensor que todos os grupos deveriam utilizar no trabalho final.

O trabalho em grupo foi fomentado desde o início das aulas e utilizou-se duas ferramentas de *software* para facilitar no decorrer da disciplina:

- a) *Trello*: plataforma *on-line* de gerenciamento de projetos a ser utilizada por cada grupo e para o lançamento e recebimento de novas atividades e novos desafios;
- b) *Slack*: plataforma para comunicação rápida e eficiente entre os alunos e entre

o professor e os alunos de maneira formal, individual ou/e em grupo.

Foram realizadas reuniões de *brainstorming* com o objetivo de possibilitar que uma ideia nova pudesse ser gerada e desenvolvida por cada grupo para o trabalho final da disciplina, tendo apenas como pré-requisito a utilização prática de um robô móvel; ou seja, cada grupo, além de montar um robô móvel e implementar as diversas funções desse robô, deveria propor com esse robô uma solução para um problema real.

Um dos aspectos mais difíceis da aplicação de uma metodologia ativa de aprendizagem é a avaliação do aluno, pois, diferente das metodologias tradicionais, a avaliação nesse caso deve ser mais ampla, possibilitando se avaliar também habilidades como: criatividade, liderança e capacidade de síntese, principalmente durante o gerenciamento do projeto prático. Além disso, é necessário encontrar um modo de combinar a nota de grupo com nota a individual. A proposta de avaliação do aluno durante o semestre em porcentagem pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 – Proposta de avaliação para a disciplina (em porcentagem)

	Atividades	Pontuação (%)
Projeto prático	Elaboração de um artigo	6
	Apresentação	6
	Gerenciamento	3
	Funcionamento das etapas do projeto	30
Atividades em grupo	Sala de aula invertida (apresentação e manual)	10
	Brainstormings	5
	Participação e envolvimento de cada membro do grupo	5
Atividades individuais	Testes de curta duração	35
TOTAL		100%

Fonte: elaborada pelos autores.

Dessa forma, a avaliação proposta contemplou: i) um projeto prático (trabalho final da disciplina); ii) atividades em grupo; e iii) atividades individuais. Note que há uma valorização do projeto e das atividades desenvolvidas em grupo, já que apenas 35% dos pontos são de atividades individuais, constituídas de testes de curta duração (25 a 35 minutos). No projeto prático, além da documentação do trabalho no formato de um artigo e da sua apresentação para toda a turma, o gerenciamento do projeto por cada grupo foi avaliado observando-se as atualizações dos alunos na plataforma *Trello*.

Por fim, para finalizar o planejamento dessa pesquisa, definiu-se que seriam realizadas pelos alunos três avaliações com relação à disciplina e ao aprendizado durante o semestre letivo, utilizando-se questionários *on-line*. Dessa forma, seria possível verificar a importância da aplicação de estratégias ativas para os alunos desse curso de engenharia.

Da mesma forma que a primeira pesquisa, os dados das avaliações, após coletados, foram tratados, eliminando-se algum erro no preenchimento do formulário e obtendo-se tabelas e gráficos para apresentação dos resultados.

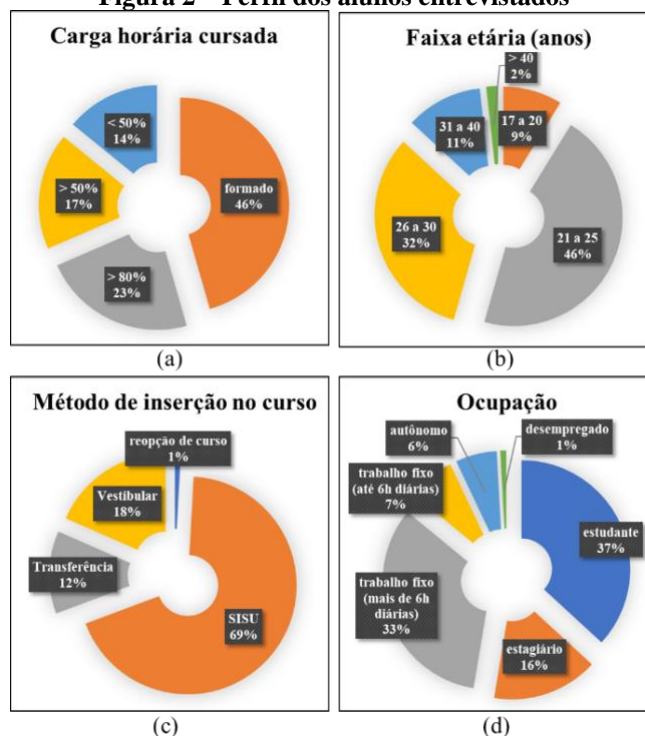
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na pesquisa de levantamento da satisfação e do aprendizado do aluno foram coletados 115 questionários de discentes e ex-alunos de Engenharia de Controle e Automação da UFOP.

O perfil dos alunos entrevistados (Figura 2) foi constituído na maior parte por jovens entre 21 e 25 anos, sendo que quase 50% dos alunos estudam e trabalham (em atividades remuneradas ou não), e a grande maioria ingressou na universidade por meio do SISU (Sistema de Seleção Unificada), implantado na UFOP desde 2012. É importante ressaltar que grande parte dos entrevistados cursaram mais de 80% da carga horária ou já são formados, sendo esse dado de grande relevância para a avaliação do curso e para verificação do atendimento às demandas do mercado de trabalho.

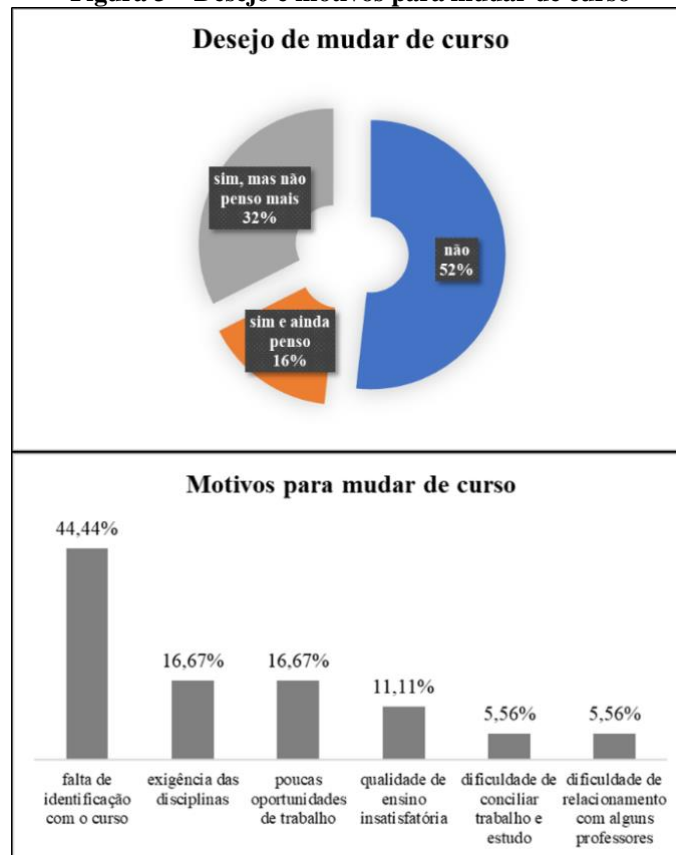
Quando questionados sobre o desejo de mudança de curso, quase 50% dos entrevistados manifestaram já terem pensado na possibilidade (Figura 3), sendo que a falta de identificação pessoal com o curso foi o principal motivo apontado para justificar esse desejo.

Figura 2 – Perfil dos alunos entrevistados



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 3 – Desejo e motivos para mudar de curso

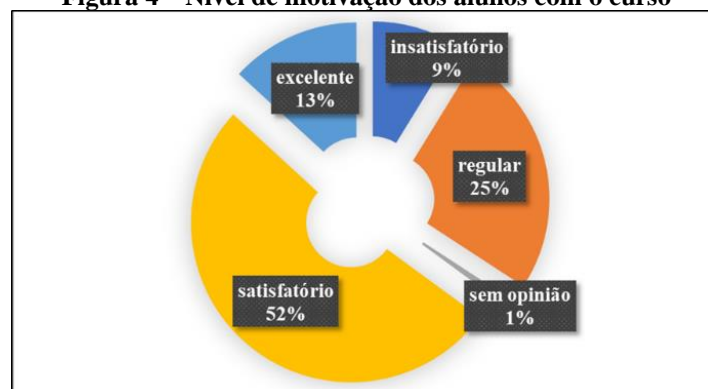


Fonte: dados da pesquisa.

Porém, cerca de 20% dos entrevistados – um número significativo – citaram as exigências das disciplinas como um fator desestimulante na continuidade do curso. Esse é um indicativo, mesmo que superficial, de que há a necessidade de se tornar mais atrativas as disciplinas, de forma que as exigências

curriculares e disciplinares do curso de engenharia não desestimulem os discentes. Isso também pode ser evidenciado pelo fato de que quase 35% dos entrevistados avaliaram como regular e insatisfatório o seu nível de motivação durante o curso (Figura 4).

Figura 4 – Nível de motivação dos alunos com o curso



Fonte: dados da pesquisa.

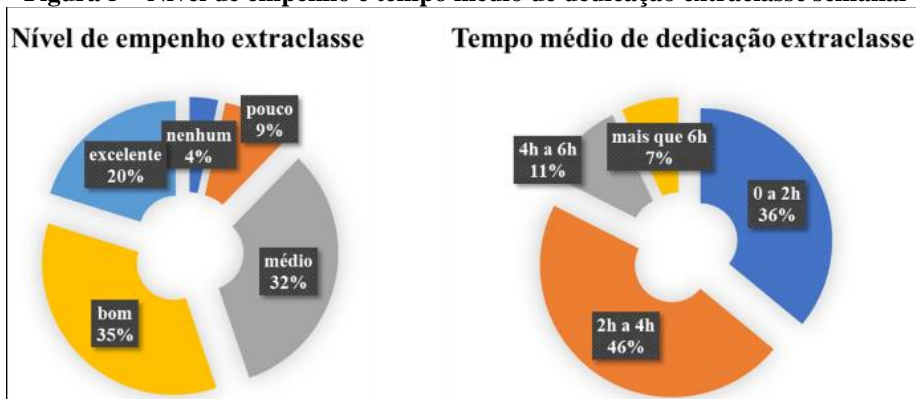
Um ponto positivo percebido no resultado dessa pesquisa é o empenho geral dos alunos do curso de Engenharia (Figura 5); 55% dos

entrevistados avaliaram o próprio empenho como bom a excelente, sendo que cerca de 18% dedicam ao estudo extraclasse mais de 4 horas

semanais. Esse ponto também demonstra que os alunos têm uma maturidade e percebem a importância de se empenharem durante o curso, sendo essa uma base fundamental para que a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa seja efetiva. Por outro lado, os 36% que se dedicam em até 2 horas semanais apenas podem indicar, novamente, um desinteresse nas

disciplinas ou mesmo uma dificuldade em acompanhá-las ou até uma impossibilidade de horário para se dedicarem, devido, por exemplo, ao fato de estarem trabalhando. Assim sendo, é importante tomar consciência desse número de alunos durante o planejamento das atividades extraclasse.

Figura 5 – Nível de empenho e tempo médio de dedicação extraclasse semanal

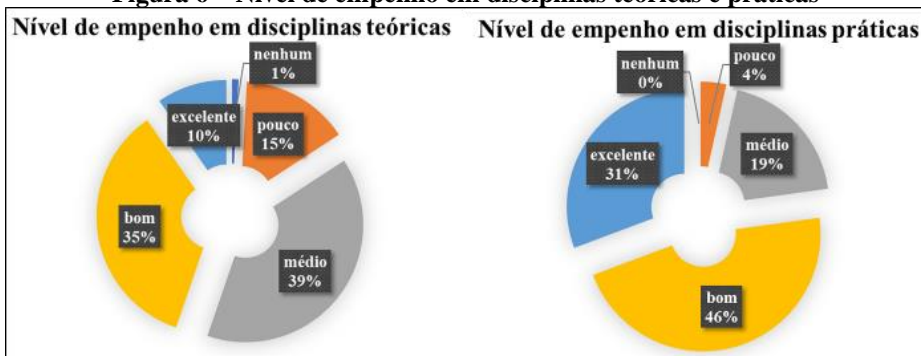


Fonte: dados da pesquisa.

Ao se comparar o empenho dos alunos em disciplinas de caráter mais teórico ao empenho naquelas de caráter mais prático (Figura 6), percebe-se que os alunos se empenham mais nas disciplinas práticas. Isso pode indicar tanto a exigência de um maior empenho do aluno, já que, muitas vezes, é necessária a montagem

física de algum elemento, requisitando mais horas de dedicação, quanto pode indicar que os alunos de engenharia têm uma predisposição maior para trabalhar com situações mais práticas e, portanto, empenham-se mais nesse tipo de atividade.

Figura 6 – Nível de empenho em disciplinas teóricas e práticas

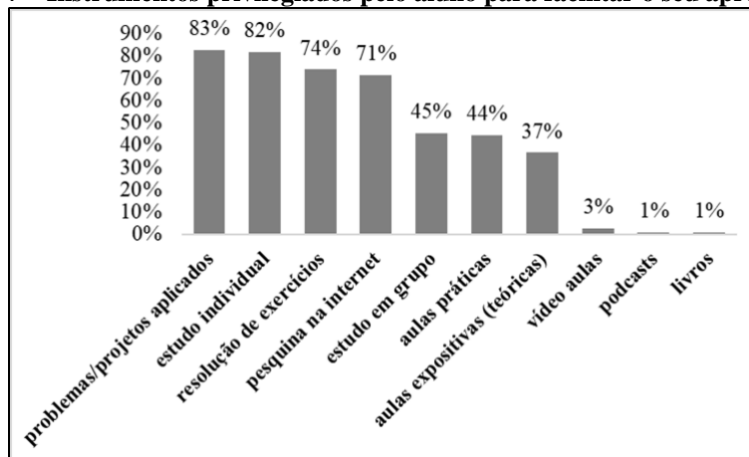


Fonte: dados da pesquisa.

Esse aspecto é confirmado pelo número significativo dos entrevistados; mais de 80% manifestaram que problemas/projetos aplicados durante as aulas são meios que favorecem o aprendizado (Figura 7). Note-se que essa característica particular,

principalmente nos cursos de engenharia, pode ser uma base sólida de partida para aplicação, por exemplo, de metodologias de aprendizagem baseadas em problema.

Figura 7 – Instrumentos privilegiados pelo aluno para facilitar o seu aprendizado



Fonte: dados da pesquisa.

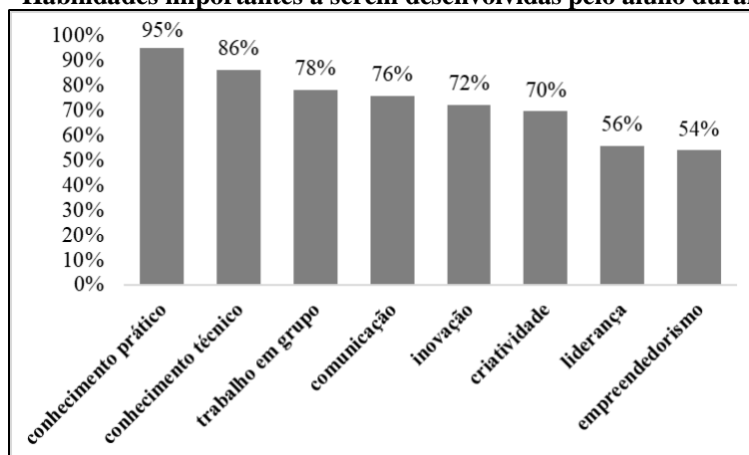
Ainda em relação à Figura 7, pode-se também perceber que a resolução de exercícios tem sido um instrumento privilegiado/utilizado pelo aluno para facilitar o seu aprendizado, podendo indicar a herança ainda forte do ensino tradicional no curso, pois ainda é comum, por exemplo, se avaliar o aluno por meio de uma prova baseada em questões de listas de exercícios fornecidas durante as aulas, ou seja, avaliar o aluno pela sua capacidade de repetição e memorização do conteúdo.

Outro fator que chama a atenção nos dados apresentados é a utilização – por mais de 70% dos entrevistados – de pesquisas na internet para facilitar o aprendizado em comparação ao uso de livros, que chegam a ser utilizados por menos de 1% dos entrevistados. Assim, tendo em vista que os alunos fazem parte dessa geração conectada e com acesso *on-line* da informação, fica evidenciada a necessidade de

se trabalhar com esses alunos sua capacidade de selecionar e filtrar melhor as informações advindas da internet, confrontando sempre com as referências bibliográficas adotadas nas disciplinas.

Os alunos também foram questionados com relação às habilidades importantes que devem ser desenvolvidas ao longo do curso (Figura 8). Dessa forma, pode-se constatar mais uma vez que o aspecto prático no curso de engenharia é fundamental, fator apontado por quase 95% dos entrevistados. Também é perceptível o desejo dos alunos de desenvolver a liderança, criatividade, além da preocupação com o conhecimento técnico. Reforça-se que todas as habilidades listadas devem ser trabalhadas, mas sem perder o foco no conhecimento técnico e prático requeridos na formação e nas atividades inerentes do engenheiro.

Figura 8 – Habilidades importantes a serem desenvolvidas pelo aluno durante o curso



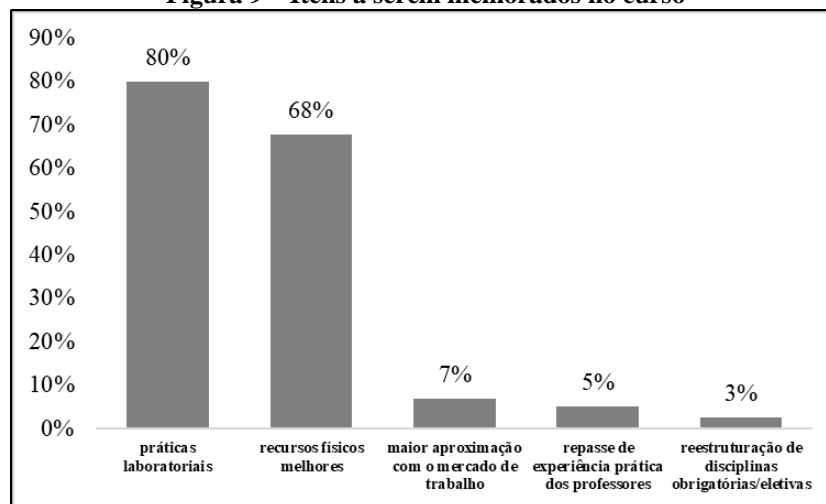
Fonte: dados da pesquisa.

Os próximos resultados apresentados devem ser vistos como uma oportunidade a ser trabalhada nas disciplinas e na escolha da metodologia de ensino utilizada pelo professor.

Assim, a importância e a preocupação dadas pelo aluno ao conhecimento prático

ficam em consonância com a necessidade, apontada por 80% dos alunos, de melhorar as práticas laboratoriais do curso (Figura 9).

Figura 9 – Itens a serem melhorados no curso

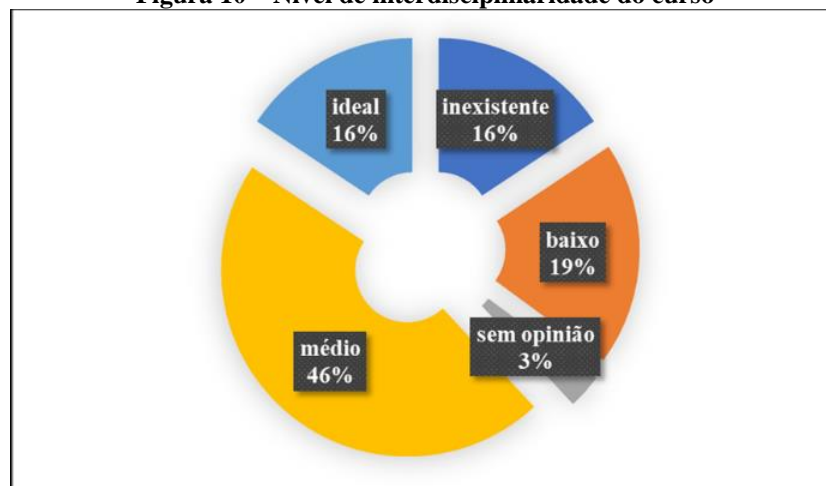


Fonte: dados da pesquisa.

Com relação à interdisciplinaridade, característica importante, na percepção dos alunos (Figura 10), pouco menos de 20%

apontaram que o curso proporciona um nível de interdisciplinaridade ideal.

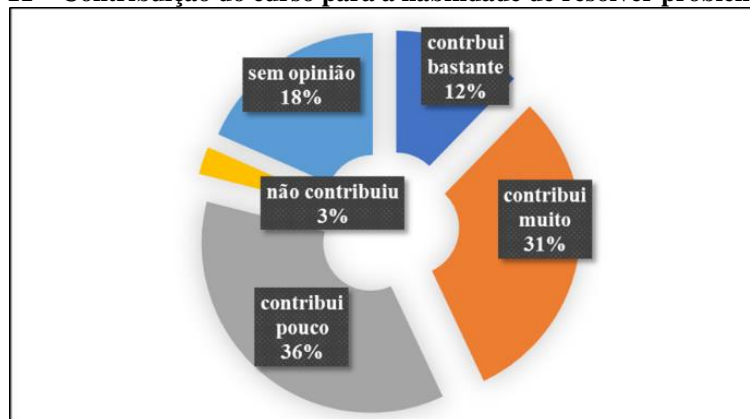
Figura 10 – Nível de interdisciplinaridade do curso



Fonte: dados da pesquisa.

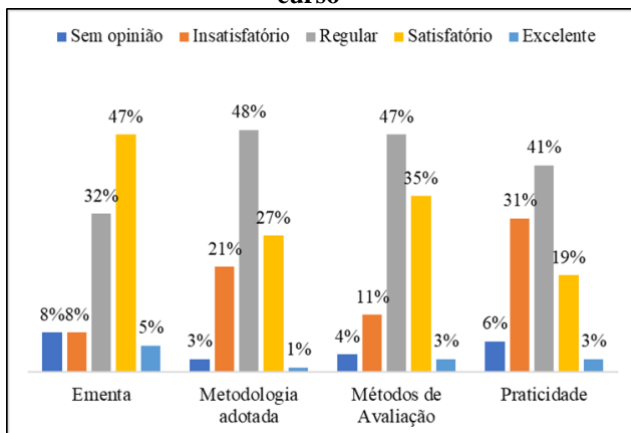
Já em relação à habilidade de resolver problemas reais, quase 40% dos alunos

apontam que o curso não tem contribuído para tal (Figura 11).

Figura 11 – Contribuição do curso para a habilidade de resolver problemas reais.

Fonte: dados da pesquisa.

Por fim, os alunos também avaliaram de forma geral as disciplinas específicas da área de Controle e Automação com relação aos seguintes critérios: i) ementa da disciplina; ii) metodologias de ensino adotadas; iii) métodos de avaliação; e iv) desenvolvimento prático (durante as aulas). O resultado é mostrado na Figura 12, na qual se percebe que aproximadamente 60% a 70% dos alunos consideram que as metodologias de ensino, os métodos de avaliação e o desenvolvimento prático nas disciplinas do curso ficam, de certa forma, a desejar, sendo considerados, no máximo, como regulares. Apenas o conteúdo proposto pela ementa atende à maioria dos alunos, sendo avaliado por mais de 50% dos alunos como satisfatório a excelente.

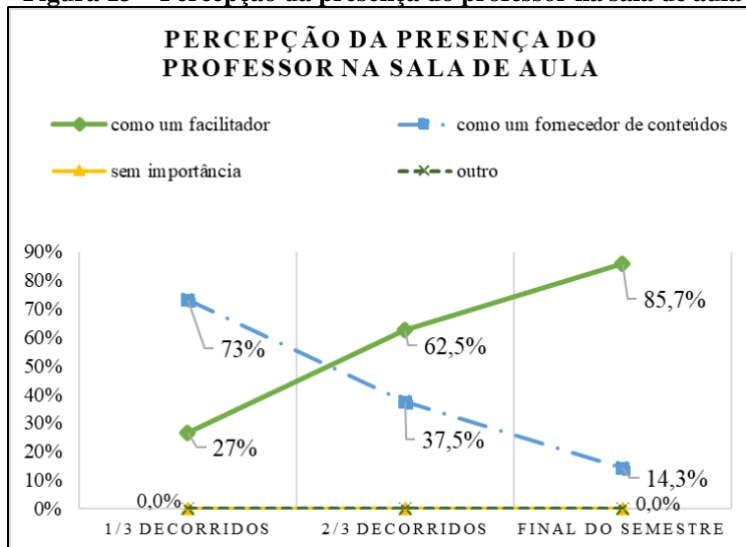
Figura 12 – Avaliação das disciplinas específicas do curso

Fonte: dados da pesquisa.

Com relação à segunda pesquisa – avaliação da aplicação de uma metodologia de aprendizagem ativa na disciplina eletiva de Robótica móvel –, os dados coletados foram obtidos em três momentos durante o semestre letivo. Dessa forma, foram coletados 15 questionários decorridos 1/3 do semestre letivo, 16 questionários após 2/3 do semestre e 14 questionários ao final do semestre, sendo a turma constituída por 17 alunos³.

A Figura 13 apresenta a mudança da percepção dos alunos com relação à presença do professor na sala de aula durante o semestre, passando de uma visão em que o professor é responsável por fornecer o conteúdo ao aluno, típico do ensino tradicional, para uma visão na qual o professor é visto como facilitador do conteúdo, sendo o aluno o principal responsável pelo processo de aprendizagem, típico do ensino ativo. Esse resultado indica também que não é automático para o aluno esse processo de mudança de paradigma na sala de aula, são necessários tempo e confiança na relação professor-aluno, de maneira a se criar um ambiente que permita que o aluno possa participar efetivamente da aula, por exemplo, propondo novas soluções e até mesmo arriscando a errar.

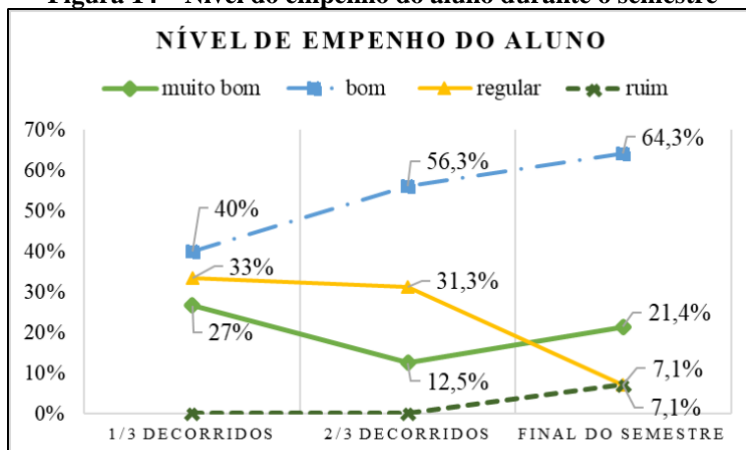
³ A variação do número de questionários coletados ao longo do semestre está relacionada ao fato de não ter sido obrigatório respondê-lo.

Figura 13 – Percepção da presença do professor na sala de aula

Fonte: dados da pesquisa.

Pode-se perceber pela Figura 14 que o nível de empenho dos alunos ao longo do semestre, de maneira geral, foi aumentando, chegando a ser considerado como bom ou muito bom por mais de 85% dos entrevistados. Esse é um fator indicativo de que a metodologia ativa adotada na disciplina teve um efeito

positivo no envolvimento, no interesse e na responsabilidade do aluno com a disciplina. Nos relatos dos alunos ao final do semestre, alguns ainda escreveram que poderiam ter se empenhado mais para aproveitar melhor a disciplina.

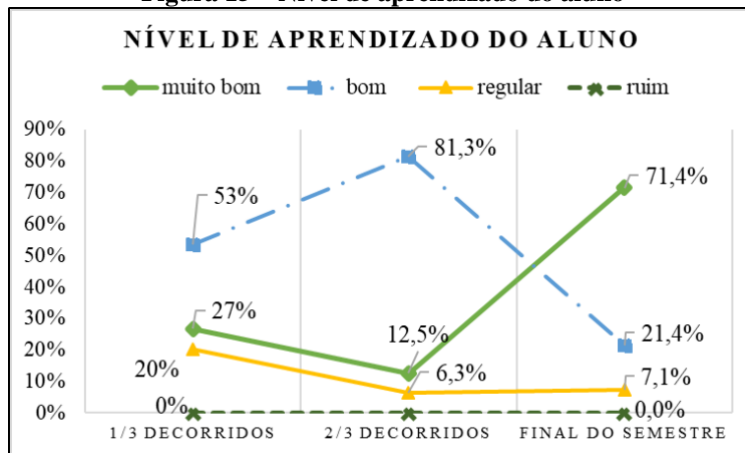
Figura 14 – Nível do empenho do aluno durante o semestre

Fonte: dados da pesquisa.

Sabe-se que nem sempre o empenho do aluno em uma disciplina reflete, da mesma forma, seja na percepção que ele tem do seu aprendizado, seja na nota final que ele obtém.

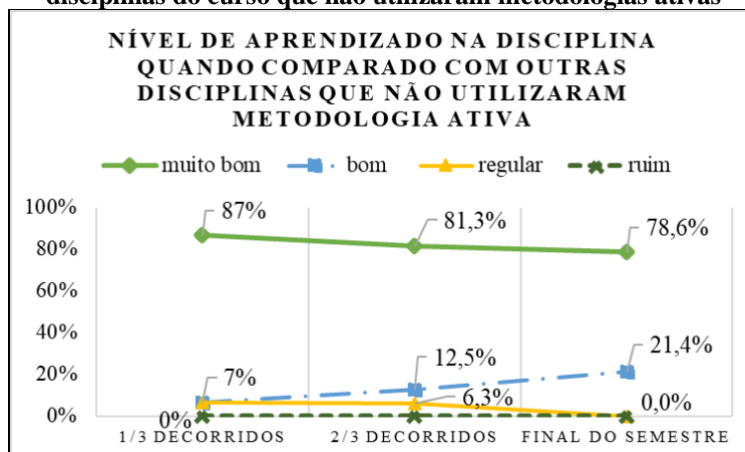
Porém, os resultados apresentados na Figura 15 e na Figura 16 podem assinalar que o empenho do aluno conjugado com uma metodologia ativa permite um maior nível de aprendizado.

Figura 15 – Nível de aprendizado do aluno



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 16 – Nível de aprendizado na disciplina avaliada quando comparado com o aprendizado em outras disciplinas do curso que não utilizaram metodologias ativas



Fonte: dados da pesquisa.

A nota média⁴ da turma na disciplina foi de 8,9, com um desvio padrão de 0,6, sendo uma nota alta para o padrão do curso de engenharia. Esse resultado condiz claramente com a percepção dos alunos a respeito do seu aprendizado, já que 64,3%, no final do semestre, o avaliaram como muito bom e 21,4% como bom. Outro ponto interessante a se ressaltar na Figura 15 é a evolução dessa percepção do próprio aprendizado durante o semestre, que passou de uma avaliação de bom para muito bom. A transição desse fato pode ser justificada devido a uma maior confiança do aluno, já que decorridos 2/3 do semestre o estudante já percebe que é capaz de conciliar a teoria com a prática, de aplicar e buscar novos

conhecimentos para resolver os desafios apresentados nas aulas.

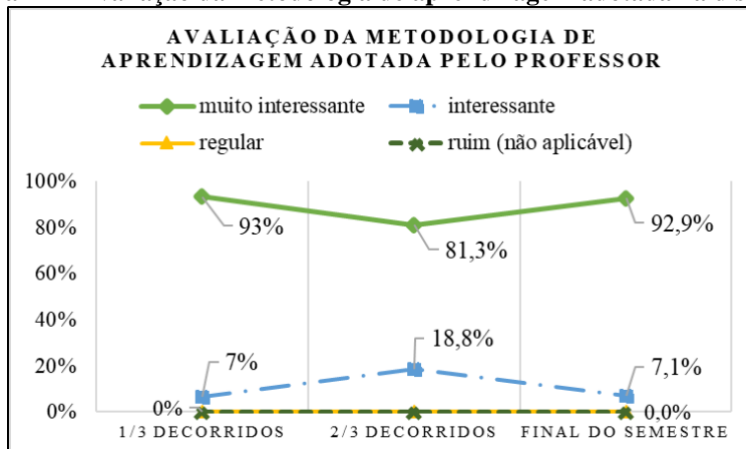
De maneira clara, a Figura 16 mostra também uma grande diferença da percepção do aluno a respeito de seu aprendizado quando comparado com aquele adquirido em outras disciplinas que utilizam as metodologias de ensino tradicionais; essa percepção varia pouco durante o semestre. Na média, 82,3% avaliaram que o seu aprendizado foi muito bom em comparação com as outras disciplinas.

Outro fator que indica o sucesso da aplicação da aprendizagem ativa em uma disciplina da engenharia é o resultado mostrado na Figura 17, na qual se vê que quase 90% dos entrevistados, em média, avaliaram como muito

⁴ Na UFOP a nota final dos alunos é dada num total de 10 pontos com uma casa decimal.

interessante a metodologia ativa adotada na disciplina durante todo o semestre.

Figura 17 – Avaliação da metodologia de aprendizagem adotada na disciplina



Fonte: dados da pesquisa.

Nesse mesmo sentido, também os relatos dos alunos, ao final do semestre, apontam como muito positiva a metodologia adotada:

Aluno 1: “Essa metodologia é muito mais estimulante e possibilita um maior entendimento do que está sendo passado, em comparação à forma clássica”.

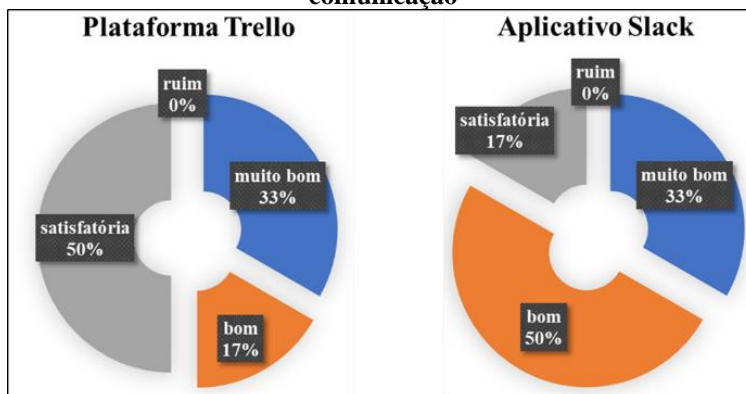
Aluno 2: “[Um aspecto útil e valioso da disciplina foi] a metodologia adotada. O professor faz uma introdução, apresenta um problema prático para ser resolvido e dá todo o suporte na execução”.

Aluno 3: “A metodologia baseada em problemas instiga capacidades naturais que nós, seres

humanos, utilizamos há milênios, portanto, é muito mais instintiva e facilmente aceita pelo cérebro como um processo para a obtenção de uma recompensa - a gratificação em encontrar a solução do problema, no caso”.

Com relação às tecnologias utilizadas durante as aulas, tanto o *Trello* quanto o *Slack* foram bem aceitos pelos alunos (Figura 18), sendo ainda considerados melhores do que a plataforma *Moodle*, utilizada por padrão na UFOP.

Figura 18 – Avaliação da plataforma Trello para o gerenciamento do projeto e do aplicativo Slack para a comunicação



Fonte: dados da pesquisa.

Por fim, o maior desafio relatado pelos alunos durante o curso foi o tempo necessário, as horas a mais que seriam necessárias, para conseguirem absorver todo o conteúdo da disciplina. Do ponto de vista do docente que

lecionou a disciplina, o maior desafio foi o planejamento das aulas e o acompanhamento de perto de cada aluno, o que requisitou também maior tempo de dedicação à disciplina.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo sobre a percepção do aprendizado de alunos ou de ex-alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação da UFOP, por meio de uma pesquisa com uma amostra de 115 participantes que foram entrevistados e integram o rol de discentes e ex-alunos desse curso. Diante dos desafios enfrentados na aprendizagem tradicional e no ensino atualmente, também foram avaliados a experiência e o aprendizado dos alunos em uma disciplina desse curso, aplicando-se uma estratégia de aprendizagem ativa, baseada em modelo híbrido, da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Com base nas pesquisas de campo realizadas, ficaram ressaltadas algumas carências que o curso possui, como: poucas aulas laboratoriais, um nível baixo de interdisciplinaridade e pouca possibilidade de capacitar o aluno em resolver problemas reais/práticos.

Essas carências estão relacionadas à principal característica identificada por meio da pesquisa referente ao perfil dos alunos do curso de engenharia: a praticidade. Essa característica ficou evidenciada pela busca e pela importância dada ao aspecto prático desejado no curso; ou seja, há uma expectativa dos entrevistados de que as aulas não devem ficar apenas no nível teórico, mas que possibilitem realizar algo concreto com os conhecimentos adquiridos. Outro aspecto, também ressaltado na pesquisa, foi o empenho e a dedicação que os alunos de engenharia possuem durante o curso, indicado pelo número de horas de estudo fora da aula.

Conforme o observado durante a aplicação da estratégia de aprendizagem baseada em problemas, esse perfil do aluno aliado a uma estratégia mais ativa de ensino possibilitou um aumento efetivo do aprendizado do discente. A percepção muito positiva do aluno sobre o seu próprio aprendizado na disciplina foi condizente com sua nota final (a turma obteve uma média de 8,9 em um total de 10 pontos). Essa percepção foi sustentada por um alto nível de satisfação e empenho dos alunos no decorrer do semestre, como mostram os resultados

apresentados neste trabalho. Sendo assim, consta-se a importância da metodologia adotada e que, de forma geral, servirá para a melhoria do curso.

Observou-se também que mesmo que os alunos tenham avaliado muito bem a estratégia ativa adotada, bem como os resultados alcançados no semestre, muitos alunos revelaram que a resolução de exercícios tem sido um meio privilegiado para facilitar o aprendizado. Isso reforça que ao se aplicar uma estratégia de aprendizagem diferente da tradicional, não é automática para o aluno a assimilação dessa mudança, sendo necessários outros elementos, como: as capacidades gerenciais, técnicas e humanas do professor para manter o bom andamento da disciplina e das condições estruturais oferecidas pela Instituição de Ensino.

Por fim, espera-se que este trabalho possa fomentar a discussão em relação ao ensino superior em engenharia, incentivando, por exemplo, a aplicação de novas estratégias de aprendizagem em outras disciplinas, além de estender esta experiência para outros cursos, tendo em vista os resultados obtidos na aprendizagem do aluno com a adoção da metodologia ativa apresentada.

REFERÊNCIAS

- ADÃO, A. N. Ligação entre memória, emoção e aprendizagem. **Anais... XI Congresso Nacional de Educação - EDUCERE**, 2013.
- ALMEIDA, I. A. **Uma proposta para o ensino da disciplina de instrumentação eletrônica no curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal do Maranhão**. 2017. Monografia – Departamento de Engenharia de Eletricidade da Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2017.
- ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. **ETD - Educação Temática Digital**, v. 12, n. mar., p. 31-48, 2010. ISSN 1676-2592.

- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de Engenharia. **Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education**, v. 13, p. 111-117, 2014.
- BRASIL, U. **Por que todo profissional deve aprender programação?** 2018. Disponível em: <<https://br.udacity.com/blog/post/profissional-deve-aprender-programacao>>. Acesso em: 31 mar. 2018.
- CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo.** Porto Alegre: Ed. Penso, 2018.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.
- DOYLE, A. *Essential Skills You Need to Become a Top Engineer.* 2018. Disponível em: <<https://www.thebalance.com/list-of-engineering-skills-2063751>>. Acesso em: 31 mar. 2018.
- FERNANDES, S. R.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. A aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares: avaliação do impacto de uma experiência no ensino de engenharia. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, SciELO Brasil, v. 15, n. 3, 2010.
- FERRAZ, A.; BELHOT, R. V. Taxonomia de bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod., São Carlos**, SciELO Brasil, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.
- KERR, B. The flipped classroom in engineering education: A survey of the research. In: IEEE. **Interactive Collaborative Learning (ICL)**, 2015 International Conference on. p.815-818, 2015.
- MACHADO, L. R. et al. Pedagogia, andragogia e gerontologia: utilizando objetos de aprendizagem ao longo da vida. **Práticas em Informática na Educação: Minicursos do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 89-98, 2010.
- MEDEIROS, N. A. A. et al. War questions: Uma proposta gamificada para criação e resolução de questões contextualizadas. **Anais...VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE**, p. 363-372, 2018.
- PEÑA, J. R. Q. et al. **Metodologias ativas na educação de instrumentação eletrônica utilizando plataforma de instrumentação virtuais com base em labview e elvis ii.** CIET: EnPED, 2018.
- RELVAS, M. Neurociência aplicada ao aprendizado escolar. bases neuro científicas no processo da aprendizagem cognitiva, emocional, social e a escola. **Direcional Educar**, p. 6-9, 2016.
- SAVIANI, D. **Escola e democracia.** 25a ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1991.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Elias José de Rezende Freitas é graduado e mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – *Campus* Avançado Itabirito e coordenador da Equipe de Pesquisa do IFMG – Itabirito em Robótica (EPIIBOTS) no desenvolvimento de robôs móveis. Em 2019, recebeu o prêmio MEI de Docência (Metodologias de Ensino Inovadoras) na categoria Ensino Superior.



Laís Fortes Sergiane é graduada em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Foi professora da Faculdade Adjetivo Cetep no curso técnico em Automação Industrial. Atua principalmente nas áreas de sistemas e controle eletrônico.