

DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E TRANSVERSAIS PARA INVESTIGAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3789

Denise Luciana Rieg Scramim - denise.scramim@maua.br
Instituto Mauá de Tecnologia

FERNANDO CEZAR LEANDRO SCRAMIM - fernando.scramim@maua.br
Instituto Mauá de Tecnologia

Octavio Mattasoglio Neto - omattasoglio@uol.com.br
Instituto Mauá de Tecnologia

Resumo: *O objetivo deste artigo é implementar e avaliar estratégias de aprendizagem ativas que auxiliem alunos de graduação em engenharia a desenvolver competências de investigação. Os métodos de pesquisa utilizados no desenvolvimento deste estudo foram o survey e a pesquisa-ação. Os dados foram coletados por meio de observações in loco, questionário (survey) e grupo focal com o objetivo de avaliar as estratégias ativas de aprendizagem utilizadas no contexto do estudo (aprendizagem baseada em pesquisa e pensar, compartilhar e socializar), com base nas percepções dos alunos. Os resultados mostram que a implementação dessas estratégias de aprendizagem ativa contribuirão para o desenvolvimento de competências de investigação, nomeadamente, o pensamento crítico e a comunicação escrita. Além disso, essas estratégias empregadas contribuíram para o que os alunos fossem capazes de estruturar uma pesquisa científica, considerando suas etapas principais, a desenvolver seus projetos de conclusão de curso e a aplicar normas de elaboração de trabalhos científicos. O curso de "Metodologia Científica" faz parte da estrutura curricular da maioria dos cursos de graduação em engenharia oferecidos pelas Instituições de Ensino Superior Brasileiras, e este estudo é uma contribuição para o aprimoramento do conhecimento de como esse curso pode ser realizado de forma eficaz e envolvente.*

Palavras-chave: *Educação em engenharia. Competências de investigação. Metodologia científica. Aprendizagem baseada em pesquisa. Pensar, compartilhar e socializar.*

DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E TRANSVERSAIS PARA INVESTIGAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, é demandada dos engenheiros a competência não só de propor soluções tecnicamente corretas para os problemas, mas de tratá-los em sua totalidade, conectando causas e efeitos de múltiplas dimensões (MEC, 2019). Espírito crítico, saber coletar, analisar, selecionar e organizar cientificamente dados provenientes de uma dada realidade, são capacidades que fazem parte dessa competência e que, portanto, devem ser exploradas nos cursos de graduação em engenharia.

Wallin, Adawi e Gold (2017) e Noguez e Neri (2019) ressaltam essa imprescindibilidade e colocam a aproximação ativa dos estudantes de graduação com o mundo da pesquisa como um recurso para isto ainda pouco utilizado pelas universidades.

Há diferentes formas de relacionar o ensino à pesquisa. Como exposto por Griffiths (2004), pode-se adotar uma abordagem na qual os alunos assumem um papel mais passivo, sendo o ensino baseado na exposição do professor sobre resultados ou métodos de pesquisas já realizadas. Em uma outra abordagem, os alunos adotam um papel mais ativo, discutindo e refletindo sobre resultados e métodos empregados na realização de pesquisas científicas ou desenvolvendo-as.

Os trabalhos de Singh *et al.* (2019), Jacobsen *et al.* (2018) e Mayolo-Deloisa, Ramos-De-La-Peña e Aguilar (2019) são exemplos de trabalhos que exploram a adoção da estratégia de aprendizagem ativa baseada em pesquisa em cursos de graduação e pós-graduação em engenharia. Essa estratégia envolve ativamente os alunos em pesquisa, pois o ensino é projetado em torno de atividades que envolvam inquérito, investigação, resolução de problemas, desenvolvimento de projetos e pesquisas multidisciplinares pelos próprios alunos. Os resultados desses trabalhos demonstram a grande contribuição dessa estratégia no desenvolvimento de competências técnicas e transversais, principalmente do pensamento crítico.

Como exposto em Wallin, Adawi e Gold (2017), dependendo da disciplina a ser ministrada, uma ou outra abordagem se torna mais aderente. E mesmo dentro de uma dada disciplina, há espaço para variações na forma como a relação ensino-pesquisa é estabelecida, em função também dos meios de aprendizagem adotados pelo professor. Nesse sentido, a realização de estudos que mostrem como a relação ensino-pesquisa é desenvolvida em uma dada disciplina se torna recurso essencial para o corpo docente que está constantemente revisitando suas práticas.

O presente artigo tem como elemento de estudo a disciplina de Metodologia Científica que faz parte da estrutura curricular da maioria dos cursos de graduação oferecidos pelas Instituições Brasileiras de Ensino Superior (IES) (VIEIRA *et al.*, 2017). Em geral, trata-se de uma disciplina cujo objetivo é proporcionar aos alunos: refletir e discutir os pressupostos, objetivos e características da pesquisa científica; expor e contextualizar os métodos e as técnicas de pesquisa científica mais utilizadas na área de conhecimento do curso na qual a disciplina está inserida e, conhecer a normatização de trabalhos acadêmicos e elaborar projetos de pesquisa.

Essa disciplina é, portanto, uma grande oportunidade para desenvolver competências técnicas e transversais para investigação em todas as áreas de conhecimento, explorando ativamente a relação ensino-pesquisa. Neste caso, no âmbito da Engenharia de Produção.

Dessa forma, torna-se relevante responder à seguinte questão: como conduzir a disciplina de metodologia científica de modo a explorar a relação ensino-pesquisa envolvendo ativamente os alunos? Nessa linha, o objetivo do presente trabalho é implementar e avaliar estratégias de aprendizagem ativas que auxiliem alunos de graduação em engenharia a desenvolver competências de investigação.

Ressalta-se que a elaboração do presente artigo se justifica não só pela necessidade de artigos que explorem diferentes formas de conexão entre o ensino e a pesquisa em cursos de graduação (WALLIN; ADAWI; GOLD, 2017), como também pela escassez de trabalhos sobre a disciplina de metodologia científica, em termos de sua condução e contribuição à formação dos alunos, como exposto em Vieira *et al.* (2017).

Para alcançar o objetivo proposto, na seção 2, são descritos os métodos de aprendizagem ativa aplicados neste estudo, a saber: o método Pensar, Compartilhar e Socializar e o método de Aprendizagem Baseada em Pesquisa. Na seção 3, tem-se a descrição dos métodos de pesquisa empregados neste estudo e, na seção 4, o processo de aplicação dos referidos métodos de aprendizagem ativa e a avaliação dos seus resultados no desenvolvimento de competências técnicas e transversais para investigação em Engenharia de Produção. A seção 5, apresenta as considerações finais desse artigo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo central das estratégias de aprendizagem ativa nos cursos de graduação é promover aos estudantes o desenvolvimento de competências técnicas e transversais (YANAZE; DE DEUS LOPES, 2014).

Como exposto nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (MEC, 2019, p.34) "para o desenvolvimento apropriado de competências, há a necessidade de utilização de estratégias e métodos que possibilitem a aprendizagem ativa, preferencialmente em atividades que devem ser desenvolvidas no processo formativo em Engenharia."

As bases teóricas da aprendizagem ativa se encontram nos trabalhos de diversos estudiosos como John Dewey (1859-1952), Martin Heidegger (1889-1976), Kurt Lewin (1890 1947), Jean Piaget, (1896-1980), Paulo Freire (1921-1997), entre outros que procuraram entender o processo de aprendizagem. Esses pesquisadores compartilharam proposições como: a aprendizagem é um processo cujo foco é a participação ativa dos alunos; o aprendizado envolve o pensar, sentir, perceber e se comportar da pessoa; e aprender é o processo de criação do conhecimento (KOLB; KOLB, 2005).

Portanto, a aprendizagem ativa tem como cerne promover o engajamento dos alunos no próprio processo de aquisição de conhecimento e, assim, mantê-los cognitivamente ativos.

O espectro das estratégias de aprendizagem ativa é amplo, indo do emprego de métodos mais centrados no professor associados às aulas expositivas, como o *Brainstorming* e o Pensar, Compartilhar e Socializar, ao emprego de métodos mais centrados nos alunos, como o Aprendizado Baseado em Pesquisa e o Aprendizado Baseado em Projetos (*Project-Based Learning*) (LORD *et al.*, 2012).

Apesar de serem todos modos indutivos de ensino e aprendizagem que buscam engajar os alunos no processo de aquisição de conhecimento, cada método tem suas

especificidades e contribui de forma particular para o desenvolvimento de competências técnicas e transversais (PRINCE; FELDER, 2006).

Na sequência, são descritos brevemente as duas estratégias de aprendizagem ativa utilizadas neste trabalho e como estas podem contribuir para o desenvolvimento de competências relacionadas principalmente à investigação.

O método Pensar, Compartilhar e Socializar (*Think-Pair-Share* - TPS) demanda inicialmente que os alunos desenvolvam ideias individuais sobre o tema em questão (Pensar) para, num segundo momento, apresentar e discutir em pares ou pequenos grupos suas percepções (Compartilhar). Finalizando o processo, na fase do socializar, os pares/pequenos grupos de alunos compartilham suas ideias. Desde modo, o TPS promove um ambiente de cooperação, comunicação e compartilhamento de conhecimentos entre os alunos. É uma forma estruturada de promover o aprendizado ativo e colaborativo que pode ser utilizada pelo professor em combinação com aulas expositivas (DESHPANDE; SALMAN, 2016). O TPS é reconhecido por seus benefícios de permitir que os alunos expressem seu raciocínio, reflitam sobre suas ideias, desenvolvam o pensamento crítico e obtenham retorno imediato sobre sua compreensão (KOTHIYAL *et al.*, 2013).

O TPS oferece aos alunos uma forma estruturada de se preparar para um novo assunto a ser explorado em classe, permite a integração do conhecimento experiencial do aluno no processo de aprendizagem, além de permitir que os alunos interajam uns com os outros e aprendam com as experiências uns dos outros (DESHPANDE; SALMAN, 2016). Ainda como exposto por Tanujaya e Mumu (2019), o TPS é uma estratégia de aprendizagem cooperativa que demanda que os alunos sejam responsáveis por eles próprios e seu grupo na busca por soluções ou na exploração acerca de um tema.

Deshpande e Salman (2016) ressaltam que, para o professor, além de tornar sua aula mais dinâmica e atrativa, permite que ele compreenda o nível de conhecimento prévio dos alunos sobre um determinado tema a ser explorado.

Ao usar esse modelo de aprendizagem, os alunos encontrarão e compreenderão mais facilmente conceitos difíceis. Assim, o TPS auxilia não só no desenvolvimento do conhecimento acerca de um tema e do pensamento crítico, mas também no desenvolvimento de habilidades sociais como o de trabalhar em grupo e de comunicação (TANUJAYA, B; MUMU, 2019), todas, competências indispensáveis à investigação.

A Aprendizagem Baseada em Pesquisa (*Research-Based Learning* - RBL) tem como propósito fazer com que os alunos projetem e vivenciem o processo de uma pesquisa no âmbito de sua formação. Os alunos identificam um problema, revisam a literatura acerca do tema, formam hipóteses, desenvolvem o protocolo de pesquisa. Além disso, coletam e analisam os dados, discutem os resultados e formulam conclusões. Desta forma, o RBL é um método que permite adquirir e sustentar conhecimento acerca de um determinado assunto, desenvolver pensamento crítico (que inclui interpretação, análise, avaliação, inferência e explicação acerca do tema tratado) e conceber soluções para problemas em análise, na mesma linha dos métodos Aprendizado Baseado em Problema e Aprendizado Baseado em Projetos. Contribui também para melhorar a capacidade de trabalho em equipe, de comunicação e de aprender de forma autônoma (SUSIANI; SALIMI; HIDAYAH, 2018; SINGH *et al.*, 2019).

De acordo com Susiani, Salimi e Hidayah (2018), a aprendizagem baseada em pesquisa está associado a atividades como análise, síntese e avaliação, e permite que alunos melhorem sua assimilação e aplicação de conhecimentos. Além disso, envolve trabalho colaborativo e interdisciplinar. Também como exposto por Jacobsen *et al.* (2018), a aplicação desse método de aprendizagem foi considerada em sua pesquisa com

estudantes de pós-graduação em educação, como o método mais efetivo de aprendizagem quando o propósito é a integração de conhecimentos adquiridos durante o curso.

Singh *et al.* (2019), ressaltam que o RBL envolve tanto a aprendizagem ativa (aprender fazendo) como a aprendizagem reflexiva e, neste sentido, é o método mais adequados para desenvolver, aprimorar e manter uma maior aprendizagem acerca de um tema. É um método que usa elementos de pesquisa no processo de ensino / aprendizagem, o que permite desenvolver o processo científico de aprendizagem que é útil também no ambiente de trabalho real.

Entretanto, embora sua utilidade seja há muito tempo reconhecida no meio acadêmico, a "pesquisa em sala de aula" tem sido adotada como método de ensino por poucos (SUSIANI; SALIMI; HIDAYAH, 2018).

3 MÉTODO DE PESQUISA

O presente artigo tem como elemento de estudo a disciplina de Metodologia Científica oferecida no quarto ano do curso de Engenharia de Produção em uma IES localizada na região do ABC paulista. No ano de realização da pesquisa (2019), 134 alunos estavam matriculados na disciplina, distribuídos em 4 classes.

Os métodos empregados no presente trabalho foram a pesquisa-ação e o *survey*. A pesquisa-ação tem sido aplicada amplamente no processo de investigação sobre a prática docente, com o propósito de seu aprimoramento (MORALES, 2016), daí a escolha por este método. No processo de pesquisa-ação, o pesquisador toma ação, deixando de ser mero observador da realidade investigada, interagindo com os demais envolvidos com tal realidade na busca por geração de conhecimento e mudança da realidade (TURRIONI; MELLO, 2012). O material gerado pelos alunos, a realização de um *focus group* com 10 alunos e as observações *in loco* do professor-pesquisador durante as aulas de Metodologia Científica foram as fontes de evidências utilizadas na pesquisa-ação.

O *survey* complementa a pesquisa-ação neste trabalho, trazendo a percepção dos alunos da disciplina de Metodologia Científica sobre o aprendizado adquirido por meio das dinâmicas aqui relatadas. Dos 134 alunos matriculados, 111 responderam ao questionário de pesquisa.

O projeto de pesquisa interdisciplinar foi conduzido no segundo semestre de 2019 de forma integrada com as disciplinas de Pesquisa Operacional e Logística, também ministradas no quarto ano do curso de Engenharia de Produção da IES na qual o estudo foi realizado. O projeto interdisciplinar tinha como objetivo técnico avaliar o valor de estoque médio no período, o número máximo de clientes esperando na fila e o número de pedidos atendidos em uma dada situação hipotética, de modo a aumentar o nível de serviço ao cliente e ao mesmo tempo diminuir o custo do estoque de produtos acabados. Tratou-se de uma pesquisa de finalidade aplicada, contexto de laboratório e natureza quantitativa. O método de pesquisa utilizado foi a modelagem e simulação.

Os alunos formaram grupos com quatro a cinco integrantes e, durante as aulas de Metodologia Científica, se dedicaram à elaboração do projeto de pesquisa interdisciplinar nos moldes de um trabalho científico. Concomitantemente ao desenvolvimento do projeto de pesquisa interdisciplinar, durante as aulas teóricas, fez-se uso da técnica de ensino "*on demand*" e o método de aprendizagem ativa Pensar, Compartilhar e Socializar para que determinados tópicos do conteúdo programático da disciplina fossem assimilados pelos alunos.

4 PROJETO DE PESQUISA INTERDISCIPLINAR E TPS: RESULTADOS

O problema a ser tratado no projeto de pesquisa integrador foi definido em conjunto pelos professores da disciplina Logística e da disciplina Pesquisa Operacional, de forma que esse agregasse os conteúdos a serem trabalhados em seus módulos teóricos, a saber: estoque e armazenagem e simulação de eventos discretos (uso do *software* Simul8).

Foram elaborados a descrição do problema e suas condições de contorno (que diferenciava a situação a ser tratada por cada grupo de alunos), o objetivo relacionado ao problema, os objetivos de aprendizagem, a especificação da solução a ser apresentada e o prazo de execução. Esses foram reportados à professora de Metodologia que estruturou o produto a ser entregue nos moldes de um trabalho científico para as três disciplinas: introdução, referencial teórico, método de pesquisa, resultados e discussão e conclusões.

O projeto de pesquisa interdisciplinar foi então apresentado aos alunos concomitantemente pelos três professores, sendo que cada um enfatizou a parte referente à sua disciplina. Os professores das disciplinas Logística e de Pesquisa Operacional apresentaram os conteúdos pertinentes ao projeto interdisciplinar de pesquisa em classe e foram auxiliando os alunos no seu desenvolvimento ao longo de três meses, tanto em horários de aula previamente destinados para isso quanto em horários extras, com cada grupo de alunos, conforme demandado por esses. Ressalta-se que não houve aulas práticas de laboratório (uso do *software* Simul8) com a presença do professor de Pesquisa Operacional voltadas para o desenvolvimento da solução do problema envolvido na pesquisa. Além disso, as aulas destinadas ao desenvolvimento do projeto e os atendimentos extraclasse abordaram conteúdos úteis para auxiliar na resolução do problema proposto, mas sem indicar aos alunos como fazê-lo.

No que se refere à disciplina de Metodologia Científica, a condução do projeto de pesquisa interdisciplinar foi distinta. As aulas foram essencialmente programadas para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, no sentido de auxiliar os alunos na confecção do produto a ser entregue, tomando-o como meio para ensinar "*on demand*" tópicos pertencentes ao conteúdo programático da disciplina, como demonstrado no Quadro 1.

De uma forma geral, as aulas teóricas iniciavam com uma questão a ser respondida, como por exemplo, qual seria a estrutura do trabalho a ser entregue, como deveriam elaborar o referencial teórico ou ainda qual o método de pesquisa que deveria ser adotado no trabalho. Cada pergunta exigia dos alunos uma reflexão em grupo e depois uma exposição das suas ideias para a classe (TPS). Desse modo, um debate ia sendo gerado permitindo que houvesse espaço para o professor-pesquisador complementar as observações dos alunos e para que, em conjunto, chegassem a conclusões pertinentes em relação à elaboração do trabalho de pesquisa interdisciplinar. Também à medida que os debates iam ganhando corpo, o professor-pesquisador trazia para a pauta conceitos e normas essenciais para a elaboração de qualquer trabalho acadêmico.

Assim, de forma ativa, os alunos foram pouco a pouco adquirindo os conhecimentos básicos necessários para a elaboração de trabalhos científicos, impulsionados por suas próprias indagações em relação ao trabalho interdisciplinar de pesquisa a ser elaborado. E, na sequência de cada elemento tratado em classe, cada grupo se dedicava extraclasse à elaboração da parte correspondente no seu projeto. O professor-pesquisador também atendia cada grupo individualmente para auxiliar na confecção do trabalho, ver o desenvolvido pelos alunos até o momento e dar um *feedback*, durante os horários de aulas.

À luz da estrutura ou dos elementos constituintes do trabalho interdisciplinar de pesquisa, o primeiro passo foi promover o entendimento sobre a coerência e alinhamento necessários entre eles, ou seja, entre o referencial teórico, o objetivo, o desenvolvimento



metodológico para atingir os objetivos e os tipos de conclusões possíveis, mediante o(s) método(s) de pesquisa utilizado(s).

Quadro 1 – Ensino “on demand”

Elementos do produto do projeto interdisciplinar	Tópicos do conteúdo programático da disciplina
Parte pré-textual	· Normas técnicas para Trabalhos acadêmicos - Apresentação
Introdução	· Elementos necessários em uma introdução para situar o tema do trabalho: objetivo; justificativa; problema de pesquisa; questão de pesquisa; contribuição do trabalho; estrutura do trabalho. · Alinhamento entre as partes de um trabalho científico.
Referencial Teórico	· Base de dados. · Plágio. · Citações diretas e indiretas. · Normas técnicas para elaboração de trabalhos acadêmicos.
Método de Pesquisa	· Métodos de Pesquisa mais utilizados em Engenharia de Produção e suas limitações: estudo de caso; <i>survey</i> ; pesquisa-ação; e modelagem e simulação. · Classificação da pesquisa quanto a(ao): finalidade; contexto; natureza; objetivo; temporalidade; método; e procedimentos técnicos para coleta de dados. · Dados primários e secundários.
Resultados e Discussão	· Apresentação e discussão de resultados correspondentes aos objetivos do trabalho. · Normas de apresentação tabular.
Conclusões	· Conclusões correspondentes aos objetivos do trabalho.
Parte pós-textual: Referências	· Norma técnica para elaboração de Referências.

Fonte: Autores (2020).

Em aulas subsequentes, cada parte principal do trabalho científico foi sendo tratada. Iniciou-se pela identificação do objetivo do trabalho, da sua justificativa, da elaboração da questão central de pesquisa e identificação das contribuições do trabalho. Tudo, como já exposto, promovido por debates entre os alunos do grupo e intergrupos (TPS), auxiliados pelo professor-pesquisador.

Nas aulas referentes à elaboração do referencial teórico, por exemplo, após a explicação do que esse vinha a ser, explorou-se, a partir do objetivo e da descrição do problema, quais assuntos deveriam ser abordados no mesmo e como obter as fontes de referência. Na ocasião é que foram apresentadas aos alunos os periódicos eletrônicos disponíveis para consulta na IES e como utilizá-los, como procurar por artigos pertinentes ao tema sendo estudado. Cada grupo teve que construir o referencial teórico referente ao projeto integrador de pesquisa com base em pelo menos dez fontes bibliográficas (livros e artigos científicos) por eles selecionados. Com as referências em mãos, os alunos questionaram como transferir aquele conteúdo para o referencial teórico do trabalho. As principais questões foram:

“O que devemos de fato escrever? Qual estrutura devemos seguir para confeccionar o referencial teórico? Escrevemos primeiro sobre o encontrado em uma fonte e depois o que encontramos em outra? Podemos copiar o que está na fonte?”



Para responder tais questões, fez-se uso dos próprios artigos selecionados pelos alunos. Cada grupo escolheu dois artigos, reviu suas seções de referencial teórico e uma discussão foi promovida a partir daí, orientada por dois pontos de análise: 1) a sequência de ideias expostas; 2) a identificação das fontes de referências utilizadas pelo(s) autor(es).

O debate em sala (TPS) permitiu que os alunos compreendessem que há uma orientação na elaboração do referencial teórico, construído com base em conceitos relacionados com o objetivo do problema pesquisado (alinhamento do trabalho já discutido em classe). Perceberam que são apresentados, em uma sequência coerente, os conceitos centrais do trabalho sendo desenvolvido com base no que outros autores dizem, partindo-se, geralmente, de conceitos mais amplos para conceitos mais específicos.

Outra constatação importante dos alunos ao analisar e debater sobre os artigos pertinentes ao tema do projeto integrador de pesquisa foi que as afirmações apresentadas no referencial teórico se encontravam embasadas com citações que mostravam justamente a fonte da respectiva informação.

A partir daí, então, definiu-se o que é plágio e o que são citações diretas e indiretas. Para a elaboração das mesmas, foram apresentadas e estudadas "*on demand*" as Normas ABNT para confecção de trabalhos científicos: Normas ABNT-NBR 10520 - Citações em documentos – Apresentação e ABNT-NBR 6023 - Referências – Elaboração.

Seguem exemplos de comentários dos alunos feitos em classe:

"A gente percebe lendo esses artigos que os autores mostram os principais conceitos que temos que entender que estão relacionados à proposta da pesquisa. Sem o referencial teórico, sem os conceitos apresentados nele, fica difícil entender os resultados".

"O referencial teórico traz o fundamento do trabalho. Os autores mostram no referencial teórico que conhecem o assunto, o que já foi desenvolvido sobre ele e o que usaram como base para a sua pesquisa, citando outros trabalhos."

"Eu não sei a norma de citações da ABNT toda, mas sei que ela existe e que têm formas diferentes de se citar, dependendo do tipo de citação que eu quero fazer. Se não sei, vou lá e consulto, sei onde procurar."

Seguindo a mesma estratégia de ensino "*on demand*", outro exemplo, é o desenvolvimento da seção de método de pesquisa do projeto de pesquisa interdisciplinar que permitiu discutir com os alunos não só sobre o método a ser empregado (modelagem e simulação), mas também apresentar os outros métodos de pesquisa mais utilizados em Engenharia de Produção.

Dada a proposta do projeto de pesquisa interdisciplinar e o que já vinham fazendo sob a orientação do professor de Pesquisa Operacional, estava claro para os alunos que, para alcançar o objetivo estabelecido, era necessário a modelagem e simulação de modo a compreender a situação sob análise, formular estratégias e obter melhorias para o sistema.

O ponto central aqui, portanto, não era esclarecer a necessidade de modelagem e simulação para alcançar o objetivo, mas compreender que essa se tratava de um método de pesquisa. Embora, o conceito de método de pesquisa já havia sido abordado na disciplina, os diferentes métodos não haviam sido ainda efetivamente nomeados e discutidos. O que se esclareceu, naquele primeiro momento, foi o que vinha a ser procedimentos sistemáticos de investigação para o desenvolvimento de um estudo.

Para trazê-los à tona naquela ocasião, diferentes objetivos de pesquisa foram apresentados aos alunos juntamente com a do trabalho integrador e discutiu-se (TPS) sobre quais seriam os procedimentos sistemáticos a serem empregados para alcançá-los. Propositamente, cada objetivo requeria um método diferente de pesquisa para que os métodos mais usuais em Engenharia de Produção pudessem ser nomeados e explicados.

Este momento foi fundamental também para diferenciar métodos de pesquisa de procedimentos técnicos para a coleta de dados. Embora seja clara, para quem faz pesquisa, a diferença entre eles, para um iniciante, compreender, por exemplo, que observação *in loco* não é o mesmo que estudo de caso ou que análise documental não é um método de pesquisa e sim uma forma de coleta de dados, não é algo tão simples.

Aqui, no momento de pensar, compartilhar e socializar (TPS), os alunos receberam figuras esquemáticas (disponíveis em Cauchick Miguel *et al.* (2012)) que continham propostas de conteúdo e sequência para a condução de estudo de caso, de *survey*, de modelagem e simulação e de pesquisa-ação e puderam, ao analisar os seus conteúdos, identificar que a coleta de dados é uma das etapas de execução desses métodos, que está contida nos diferentes conjuntos de procedimentos sistemáticos utilizados para a descrição e a explicação de fenômenos.

A seguir, declarações de alunos durante o *focus group* sobre essa etapa do processo:

"As figuras que mostravam etapas para a condução de cada método de pesquisa ajudaram muito na discussão sobre o que vinha a ser método de pesquisa. Ficou claro que a coleta de dados era apenas uma das etapas. [...]. Deu para ver também que a revisão bibliográfica é uma das etapas dos métodos de pesquisa."

"Quando a gente lê a definição de cada método de pesquisa não fica tão claro como aplicar isto na prática. Por isto que achei as figuras – referindo-se às figuras esquemáticas que continham exemplos de conteúdo e sequência para a condução de cada método – tão importantes. E discutir em grupos menores e depois abrir para a sala a discussão sobre cada método que a gente estava aprendendo ajudou muito e ficou mais interessante. Acho que se você, professora, tivesse passado esses conceitos para a gente de forma expositiva, eu não lembraria de nada disso."

"Muito legal isso de aprender algo que a gente já vai fazer uso – referindo-se ao aprendizado *on demand* – a gente aprende com mais vontade e o trabalho valia para três disciplinas. Essa ideia de ir ensinando a gente cada coisa, porque é muita coisa, à medida que a gente precisa, aumenta o interesse e faz a gente aprender mais."

Os descritos até aqui exemplificam a abordagem de ensino utilizada durante todo o período de desenvolvimento do trabalho de pesquisa interdisciplinar e, em cada etapa, os alunos tiveram a oportunidade de realizar tarefas que favoreceram a assimilação e a fixação do conhecimento. Conhecimento que foi adquirido em ambiente de colaboração entre os membros dos grupos e intergrupos, tendo o aluno papel central neste aprendizado.

Puderam também desenvolver a capacidade de se comunicar de forma escrita, de trabalhar em grupo e de desenvolver o espírito crítico, uma vez que vivenciaram todo o processo de desenvolvimento de uma pesquisa.

Declarações de alunos durante o *focus group* exemplificam o exposto acima:

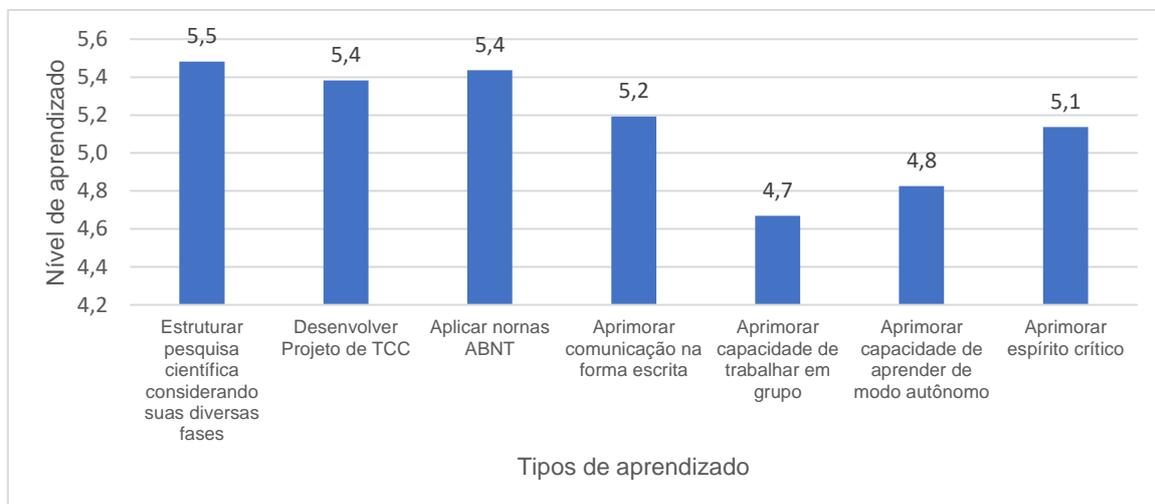
"Eu não sabia que era tão difícil escrever um trabalho assim. É tanta norma, tanto cuidado que a gente tem que ter na elaboração do texto. Esse alinhamento necessário que a senhora sempre fala entre as partes do trabalho exige muito na hora de escrever. Não tinha vivenciado ainda uma experiência assim."

"A gente faz muito trabalho em grupo. Já estamos acostumados a trabalhar assim, pois quase todos os professores demandam trabalho em grupo. Mas foi mais uma experiência desse tipo e a gente gosta de trabalho em grupo. O tipo de trabalho é que foi diferente. Exigiu da gente uma escrita melhor, dentro de normas de elaboração de trabalhos científicos."

"A gente se sentiu dentro de uma pesquisa mesmo. A gente teve que investigar a literatura sobre o assunto para dar suporte ao trabalho. E depois a gente teve que entender o que estava fazendo em termos de pesquisa. Entender a pesquisa em si e não só dizer que era simulação. Junto com tudo isso, tínhamos que analisar o problema e propor uma solução."

Finalizando, a Figura 1 apresenta o resultado do *survey* realizado com os alunos da disciplina de Metodologia Científica sobre o aprendizado adquirido por meio das estratégias de aprendizagem ativa descritas aqui.

Figura 1 – Resultados do *survey* sobre percepção de aprendizagem



Fonte: Autores (2020).

Como exposto acima, dos 134 alunos matriculados na disciplina, 111 responderam ao questionário de percepção com escala de *Likert* de 7 pontos, sendo "1" equivalente a discordo fortemente e "7", a concordo fortemente com o aprendizado obtido por meio das estratégias de aprendizagem ativas em relação aos itens expostos no gráfico.

De acordo com os resultados da pesquisa, as estratégias empregadas contribuíram principalmente para o que os alunos sejam capazes de estruturar uma pesquisa científica, considerando suas etapas principais, a desenvolver seus projetos de conclusão de curso e a aplicar normas de elaboração de trabalhos científicos. Contribuíram também para aprimorar o espírito crítico e a capacidade de se comunicar de forma escrita. Em um menor



grau – mas ainda significativo – as dinâmicas contribuíram, segundo os próprios alunos, a aprimorar a capacidade de trabalhar em grupo e a aprender de forma autônoma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina de Metodologia Científica, nos cursos de engenharia nas IES brasileiras, tem sido tradicionalmente baseada em aulas expositivas, embora, seja campo fértil para a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa no desenvolvimento de competências técnicas e transversais para investigação em Engenharia, foco de estudo desta pesquisa.

No processo de implementação das estratégias de aprendizagem ativa aqui relatado, foi possível constatar o ganho de conhecimento dos alunos sobre o tema pesquisa científica e o incremento de competências necessárias ao seu desenvolvimento como espírito crítico e comunicação de forma escrita. Isto foi demonstrado aqui pelas percepções dos estudantes relativamente aos métodos de aprendizagem ativa empregados na condução da disciplina e a seus resultados, captadas principalmente pelos próprios comentários dos alunos durante as aulas, no *focus group* e pelo resultado do *survey*.

Os resultados deste estudo corroboram para o campo de investigação acerca da aplicação de métodos de aprendizagem ativa para o desenvolvimento de competências necessárias à investigação ainda nos cursos de graduação. Essas competências são requeridas não somente daqueles que seguem na carreira acadêmica, mas de qualquer profissional na atualidade.

Além de demonstrar os ganhos obtidos por meio da aplicação de métodos de aprendizagem ativa, o artigo apresenta um passo a passo de como esses métodos foram aplicados, exemplificando possibilidades de implementação, o que pode vir a auxiliar principalmente professores iniciantes neste tipo de abordagem.

Acrescenta-se ainda que são raros os trabalhos que ilustram a aplicação de aprendizagem ativa em disciplinas de Metodologia Científica e que a mesma, como já ressaltado, é componente curricular em grande parte dos cursos de graduação de engenharia, o que ressalta a contribuição do presente artigo.

REFERÊNCIAS

CAUCHICK MIGUEL, P. A. *et al.* **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

DESHPANDE, A.; SALMAN, B. Application of an Active Learning Technique in Engineering and Construction Management Classes. In: 52ND ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS, 2016.

GRIFFITHS, R. Knowledge Production and the Research-teaching Nexus: The Case of the Built Environment Disciplines. **Studies in Higher Education** 29 (6): 709–726, 2004.

JACOBSEN, M; MCDERMOTT, M; BROWN, B; EATON, S. E; SIMMONS, M. Graduate students' research-based learning experiences in an online Master of Education program. **Journal of University Teaching & Learning Practice**, 15(4), 2018.

KOLB, A.Y.; KOLB, D. A. Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. **Academy of Management Learning & Education**, vol. 4, nº. 2 p. 193-212, jun. 2005.



KOTHIYAL, A., MAJUMDAR, R., MURTHY, S., IYER, S. Effect of think-pair-share in a large CS1 class. Proceedings of the Ninth Annual International ACM Conference on International Computing Education Research, 2013 - ICER '13. doi:10.1145/2493394.2493408

LORD, S. M.; PRINCE, M. J.; STEFANOU, C. R.; STOLK, J. D.; CHEN, J. C. The effect of different active learning environments on student outcomes related to life long learning. **International Journal of Engineering Education**, 28(3), pp. 606–620, 2012.

MAYOLO-DELOISA, K., RAMOS-DE-LA-PEÑA, A. M., AGUILAR, O. Research-based learning as a strategy for the integration of theory and practice and the development of disciplinary competencies in engineering. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, 2019.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Parecer Homologado Despacho do Ministro, publicado no D.O.U.** de 23/4/2019, Seção 1, p. 109. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 29/09/2019.

MORALES, M. P. E. Participatory Action Research (PAR) cum Action Research (AR) in Teacher Professional Development: A Literature Review. **International Journal of Research in Education and Science**. V. 2, Issue 1, 2016.

NOGUEZ, J; NERI, L. Research-based learning: a case study for engineering students Received. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**: 16 January 2019.

PRINCE, M.; FELDER R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: definitions, comparisons, and research bases. **Journal of Engineering Education**, 95(2), pp. 123–38, 2006.

SINGH, R.; DEVIKA; HERRMANN, C.; THIEDE, S.; SANGWAN, K. S. Research-based Learning for Skill Development of Engineering Graduates: An empirical study. **Procedia Manufacturing**, 31, pp. 323–329, 2019.

SUSIANI, T. S.; SALIMI, M.; HIDAYAH, R. Research Based Learning (RBL): How to Improve Critical Thinking Skills? In: SHS WEB OF CONFERENCES, 42, 00042, 2018.

TANUJAYA, B; MUMU, J. Active learning strategies to develop research competences. **Journal of Education and Learning (EduLearn)**, vol. 13, nº 4, November 2019, pp. 510-517. Disponível em: <http://journal.uad.ac.id/index.php/EduLearn> Implementation of think-pair-share to mathematics. Acesso: 22/04/2021.

TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique Pereira. Pesquisa-ação na engenharia de produção. In: MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al. **Metodologia de Pesquisa em**



Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2ª edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

VIEIRA, Américo Augusto Nogueira et al. Metodologia Científica no Brasil: ensino e interdisciplinaridade. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 237-260, jan./mar. 2017.

WALLIN, P., ADAWI, T., GOLD, J. Linking teaching and research in an undergraduate course and exploring student learning experiences. **European Journal of Engineering Education**, 42(1), 58–74, 2017.

YANAZE, L. K. H., DE DEUS LOPES, R. Transversal competencies of electrical and computing engineers considering market demand. **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings**, 2014.

DEVELOPING TECHNICAL AND TRANSVERSAL COMPETENCES FOR RESEARCH IN PRODUCTION ENGINEERING

Abstract: *The purpose of this paper is to implement and evaluate active learning strategies to support engineering students in the development of research competences. This study was developed using survey and action research approach. The data were collected through observations, questionnaire and focus group in order to evaluate the active learning strategies used in the context of the study, based on students' perceptions. The results show that the implementation of research-based learning and think-pair-share strategies enhance the development of research competences, namely critical thinking, and written communication. Additionally, this approach enables students to develop further their capstone projects, using the standards demanded in research process. The course of "Scientific Methodology" is part of the curricular structure of most undergraduate engineering programs offered by Brazilian Higher Education Institutions, and this study is a contribution for the improvement of knowledge on how this course may be conducted in an effective and engaging way.*

Keywords: *engineering education, research competences, scientific methodology, research-based learning, think-pair-share.*