



## UNINDO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E METACOGNIÇÃO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA

### Integrating Meaningful Learning Metacognition for Engineering Education

Everton Farina<sup>1</sup>

Maria Cecília Pereira Santarosa<sup>2</sup>

Cleci Teresinha Werner da Rosa<sup>3</sup>

**Resumo:** Este artigo busca explorar a interação entre Aprendizagem Significativa, Metacognição e o ensino de Engenharia, com o objetivo de investigar como esses conceitos podem ser integrados de forma a promover uma educação de engenharia mais significativa e orientada ao desenvolvimento de competências metacognitivas nos estudantes. O estudo propõe uma abordagem metodológica que envolve revisão bibliográfica de base qualitativa, analisando pesquisas na área da educação e ensino, vinculadas à pós-graduação. Os resultados possibilitam estabelecer articulações entre os três aspectos investigados, de modo a fornecer elementos que visam o aprimoramento do ensino de engenharia, contribuindo para a formação de profissionais mais reflexivos, críticos e capazes de enfrentar os desafios da profissão e das transformações sociais.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa. Metacognição. Ensino de Engenharia.

**Abstract:** This article aims to explore the interaction between Meaningful Learning, Metacognition, and Engineering Education, with the objective of investigating how these concepts can be integrated to promote a more meaningful engineering education and foster the development of students' metacognitive skills. The study proposes a methodological approach based on a qualitative literature review, analyzing research in the field of education and teaching, linked to graduate studies. The results enable connections between the three investigated aspects, providing insights aimed at improving engineering education and

---

<sup>1</sup> Doutorando em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Erechim, RS, Brasil. ORCID: 0009-0005-5973-939X. E-mail: everton.farina@erechim.ifrs.edu.br.

<sup>2</sup> Doutora em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente titular no Departamento de Matemática do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. ORCID: 0000-0002-7656-9100. E-mail: maria-cecilia.santarosa@ufsm.br.

<sup>3</sup> Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Bolsista de produtividade do CNPq, atuando como orientadora de mestrado e doutorado nos Programas de Pós-Graduação em Educação e em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, Brasil. ORCID: 0000-0001-9933-8834. E-mail: cwerner@upf.br.

contributing to the training of professionals who are more reflective, critical, and capable of facing professional challenges and responding to social transformations.

**Keywords:** Meaningful Learning. Metacognition. Engineering Education.

## 1 Introdução

A educação de Engenharia tem enfrentado o desafio de formar profissionais preparados para lidar com a complexidade e as constantes inovações tecnológicas do mundo contemporâneo. Segundo Coll *et al.* (2004), os avanços tecnológicos exigem novas abordagens educacionais que vão além da mera transmissão de conhecimento técnico, promovendo metodologias mais eficazes e voltadas para a aprendizagem ativa. Nesse contexto, a Aprendizagem Significativa (AS) e a Metacognição surgem como abordagens complementares e promissoras para promover uma formação mais qualificada aos estudantes dessa área. Este artigo tem por objetivo explorar a integração entre essas duas perspectivas associadas ao campo educacional, com foco no ensino de engenharia.

A pesquisa está baseada em uma revisão bibliográfica detalhada, voltada para a análise de trabalhos acadêmicos que abordam a interação entre AS, Metacognição e ensino de Engenharia. Além disso, busca identificar estratégias pedagógicas inovadoras que favoreçam o engajamento ativo dos estudantes, ampliando o impacto da formação acadêmica no desenvolvimento profissional e na autonomia intelectual (Brown *et al.*, 1983)

A relevância deste artigo está no fato de que, ao investigar a relação dialética entre AS, Metacognição e o ensino de Engenharia, possibilita-se um aprofundamento na compreensão desses conceitos e de suas implicações para a construção de metodologias educacionais mais eficazes (Flavell, 1992). Segundo esse autor, a metacognição desempenha um papel central na aprendizagem ao permitir que os estudantes monitorem e ajustem suas estratégias cognitivas para um aprendizado mais eficiente. O estudo visa contribuir para a consolidação de um referencial teórico consistente, possibilitando a formulação de práticas educativas embasadas em princípios científicos sólidos.

A compreensão dessas interações e suas implicações no ensino de Engenharia revela-se importante para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas mais qualificadas, que promovam uma educação transformadora, centrada no estudante e no desenvolvimento de competências metacognitivas, a exemplo do que vem sendo observado no ensino de Física (Rosa, 2011; Taasooobshirazi; Farley, 2013).

A relação entre AS, Metacognição e o ensino de Engenharia apresenta-se como uma possibilidade para potencializar o ensino-aprendizagem na área. Os achados deste estudo buscam contribuir com o avanço da tese<sup>4</sup> a ele associada, e ao mesmo tempo têm potencial para subsidiar novas propostas educacionais e promover pesquisas futuras, consolidando um corpo teórico robusto e alinhado às demandas dos estudantes e do setor profissional.

A pesquisa justifica-se pela necessidade de superar modelos tradicionais de ensino centrados na transmissão passiva de conteúdo, enfatizando estratégias que promovam a autorregulação do aprendizado e o desenvolvimento de competências metacognitivas nos alunos (Flavell, 1992). Nesse sentido, a formação docente e as metodologias empregadas pelos

---

<sup>4</sup> Este artigo deriva da pesquisa de doutorado em Educação desenvolvida por Everton Farina, vinculada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências da UFSM – Campus Santa Maria/RS (Farina, 2025).

professores desempenham um papel fundamental na criação de ambientes de aprendizagem que estimulem a autonomia intelectual e a construção ativa do conhecimento.

A integração entre AS e Metacognição possibilita um modelo educacional inovador, que articula aspectos cognitivos e metacognitivos, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa. Os resultados deste estudo podem contribuir para o aprimoramento das práticas educacionais em engenharia, beneficiando tanto os estudantes quanto os docentes e as instituições de ensino e ampliando o impacto social e acadêmico das metodologias abordadas.

O contexto do projeto ao qual este estudo pertence envolve uma preocupação central com o emprego da AS e da Metacognição no ensino de Engenharia, com vistas ao desenvolvimento de práticas pedagógicas mais efetivas e alinhadas às exigências contemporâneas.

A pergunta central deste estudo é: a Aprendizagem Significativa e a Metacognição estão sendo contempladas nas pesquisas que se ocupam em discutir o ensino de Engenharia? Essa questão guia a investigação, permitindo uma análise das abordagens existentes e suas contribuições para o ensino de engenharia.

## 2 Referencial Teórico

Uma busca no banco de dados da CAPES revela trabalhos que discutem a forma como os estudantes aprendem. Nesses estudos, observa-se a oferta de materiais relacionados ao tema e se destaca a necessidade de uma formação adequada dos professores, refletindo uma preocupação com a qualidade do ensino. Atualmente, os estudantes de níveis técnicos e tecnológicos utilizam outras fontes de conhecimentos além dos livros tradicionais durante o processo de aprendizagem.

Lopes (2019) faz uma explanação sobre estudos já realizados que focam o uso de recursos didáticos, destacando que: “[...] apesar dos benefícios associados ao uso dos recursos didáticos, não são todos os professores que os exploram e utilizam”.

Santos (2011, p. 4) reforçando esse ponto, explicita que:

A maioria dos professores costuma adotar métodos de ensino considerados tradicionais como aulas expositivas, onde prevalece a exposição dos conteúdos e das ideias por parte do professor, e hesitam em inovar, muitas vezes por medo ou mesmo pela comodidade (Castoldi; Polinarski, 2009). Os conteúdos repassados aos alunos por meio de aulas expositivas não participativas podem ser esquecidos mais facilmente, pois este é um meio de aprendizado menos eficiente, e poderá correr o risco de reduzir o potencial do aprendiz.

Em sua reflexão, a autora demonstra preocupação com a retenção do conhecimento, e relaciona-se diretamente à ideia de ancoragem defendida pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Contudo, essa teoria vai além da simples compreensão conceitual por parte do docente; ela exige também uma consciência crítica sobre a forma como o professor aprende a ensinar, refletindo sobre sua prática e sobre os modos como os estudantes constroem o conhecimento (Zeichner, 1993). Andreato (2019) expressa o entendimento de que o ensino baseado exclusivamente em aulas expositivas não participativas pode resultar na rápida perda dos conteúdos pelos alunos, tornando-se um meio de aprendizagem menos eficaz e com potencial limitado para promover a retenção e aplicação significativa do conhecimento.

Além disso, é importante destacar que práticas pedagógicas que promovem a AS também podem fomentar o desenvolvimento de competências metacognitivas como forma de qualificar essa aprendizagem (Wass *et al.*, 2023). Nesse sentido, torna-se necessário estimular

práticas pedagógicas que favoreçam a ativação e o desenvolvimento do pensamento metacognitivo nas salas de aula.

Nessa perspectiva, Flavell, Miller e Miller (1999) enfatizam a importância da compreensão sobre os processos cognitivos e metacognitivos, buscando uma educação que promova o desenvolvimento de habilidades reflexivas e favoreça o uso de estratégias de aprendizado eficazes pelos estudantes. Para promover uma AS, é imprescindível que o professor transcenda a mera exposição de conteúdos, explorando estratégias que permitam aos estudantes analisar e refletir sobre o próprio processo de aprendizagem, assumindo um papel ativo e autônomo na construção do conhecimento (Flavell, 1992).

Desse modo, a integração entre a AS e a Metacognição nas práticas pedagógicas configura-se como uma abordagem promissora para qualificar o ensino técnico e tecnológico, uma vez que permite uma abordagem educacional mais dinâmica e centrada no estudante. A adoção de recursos didáticos coerentes com essa perspectiva teórica fortalece o protagonismo discente, promovendo uma aprendizagem significativa. A seguir, aprofundam-se os fundamentos da AS e da Metacognição, bem como suas implicações para o ensino de Engenharia.

## 2.1 Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Paul Ausubel em 1963, é fundamentada na premissa de que a aprendizagem é um processo ativo e construtivo, no qual o novo conhecimento é incorporado e relacionado à estrutura cognitiva existente do indivíduo. O autor enfatiza a importância de estabelecer significado no aprendizado, destacando a relevância dos conhecimentos prévios do estudante e sua capacidade de relacionar novas informações a esses conhecimentos (Moreira, 2006).

Ainda, segundo o autor, a AS ocorre quando as novas informações são incorporadas de forma não arbitrária e substantiva, estabelecendo ligações com conceitos e proposições relevantes já existentes na estrutura cognitiva do estudante, como orientado por Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Dessa forma, a aprendizagem se torna mais significativa e duradoura, possibilitando uma compreensão mais profunda dos conteúdos.

No contexto do ensino, a TAS tem contribuído para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais efetivas para o processo de aprendizagem. Ao considerar o conhecimento prévio dos estudantes e promover a interação significativa entre os conceitos, os professores podem facilitar a construção ativa do conhecimento pelos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais engajador e significativo.

A aprendizagem significativa pode se apresentar na forma proposicional, que se refere aos significados das ideias expressas por grupos de palavras, combinadas em proposições ou sentenças. Esses conceitos e proposições significativos são subordinados a ideias mais abstratas, gerais e inclusivas, chamadas de “subsunçores”, o que é conhecido como Aprendizagem Significativa Subordinada (Moreira, 2000).

A Aprendizagem Significativa Subordinada pode ser classificada como derivativa quando o novo material é corroborante ou diretamente derivável de conceitos ou proposições já existentes na estrutura cognitiva, e correlativa quando o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou quantificação dos conceitos ou proposições previamente aprendidos de forma significativa.

Para que a aprendizagem seja significativa, o estudante deve demonstrar disposição para relacionar os significados captados dos materiais educativos à sua estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não literal. Moreira (2012b, p. 2), sugere o “uso de organizadores prévios como estratégia para manipular deliberadamente a estrutura cognitiva”. Esses materiais introdutórios, apresentados antes do material de aprendizagem em si, servem como ponte entre o conhecimento prévio do estudante e o conhecimento a ser adquirido, facilitando a AS.

Moreira (2000, p. 5) afirma que o trabalho de “Ausubel *et al.* 1978, 1980, 1983” propõe quatro princípios programáticos do conteúdo para facilitar a AS: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. A diferenciação progressiva consiste em apresentar ideias e conceitos mais gerais no início da instrução e, gradualmente, diferenciá-los em termos de detalhe e especificidade. A reconciliação integrativa busca explorar as relações entre ideias, apontando similaridades e diferenças importantes.

Portanto a organização sequencial visa estruturar os tópicos ou unidades de estudo de forma coerente, levando em consideração as relações de dependência naturalmente existentes na matéria de ensino. Já o princípio da consolidação destaca a importância de dominar o conteúdo antes de introduzir novos materiais, garantindo prontidão contínua na matéria de ensino e aumentando a probabilidade de sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada.

## 2.2 Metacognição

A Metacognição aborda a consciência e o controle dos próprios processos cognitivos e envolve o conhecimento sobre como se aprende, como se pensa e como se regula o próprio pensamento (Flavell, 1979). Segundo o autor, a metacognição refere-se à capacidade de uma pessoa monitorar e regular seus próprios processos cognitivos. Isso inclui, entre outros aspectos, a habilidade de planejar, selecionar estratégias adequadas, avaliar a eficácia do próprio pensamento e fazer ajustes quando necessário. Assim, a Metacognição permite aos indivíduos refletir sobre seu próprio conhecimento e desenvolver estratégias mais eficazes de aprendizado.

Efklides (2006) ressalta a importância da Metacognição na aprendizagem, na qual os estudantes se tornam conscientes de seus processos de pensamento, estabelecem metas de aprendizagem, monitoram seu progresso e ajustam suas estratégias conforme necessário. Isso contribui para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, como a autorreflexão, a autorregulação e a autoavaliação, que são essenciais para uma aprendizagem mais efetiva.

Peixoto, Brandão e Santos (2007) destacam que a Metacognição também desempenha um papel importante no contexto do ensino devido à sua capacidade de promover a autorreflexão e a autorregulação dos estudantes. Os professores podem auxiliar os estudantes a desenvolverem competências metacognitivas, fornecendo orientações explícitas sobre como aprender, incentivando a reflexão sobre as estratégias utilizadas e encorajando a monitoração e a avaliação do próprio progresso.

Uma importante observação foi feita por Rosa (2011) ao mencionar que a Metacognição é uma ação individualizada e que está associada à tomada de consciência e à capacidade controlar as próprias ações. A autora ressalta que isso pode ser favorecido em um ambiente educacional e com a ajuda do outro:

O fato de ter de explicar aos outros o seu pensamento e os mecanismos pelos quais chegou à determinada conclusão ou hipótese obriga à tomada de consciência de si mesmo e à sua verbalização. Esse confronto de ideias e sua permanente análise possibilitam aos estudantes o controle e a regulação dos seus processos cognitivos (Rosa, 2011, p 98).

Portanto, a Metacognição configura-se como um diferencial de pensamento no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que permite aos estudantes desenvolver maior controle sobre seus próprios processos cognitivos, tornando-os aprendizes mais autônomos, reflexivos e capazes de tomar decisões mais conscientes e estratégicas.

### 2.3 Ensino de Engenharia

A necessidade de formar engenheiros qualificados, capazes de enfrentar os desafios da profissão e das transformações sociais, tem gerado uma crescente preocupação com a qualidade do ensino em Engenharia. Neste contexto, torna-se essencial refletir sobre o ensino de Engenharia a partir das perspectivas da AS e da Metacognição, especialmente no âmbito do ensino técnico e tecnológico.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia MEC (2019) enfatizam a importância da inovação pedagógica e da aplicação de metodologias ativas para garantir um ensino alinhado às demandas do setor. Além disso, os Referenciais Nacionais dos Cursos de Engenharia MEC (2019a) reforçam a necessidade de práticas educacionais que podem oportunizar a promoção da AS e o desenvolvimento de competências metacognitivas nos estudantes.

Segundo Garcez (2012), é evidente que os estudantes de Engenharia muitas vezes assumem o papel de meros receptores de informações, o que resulta em menor participação na construção do conhecimento. Para enfrentar esse desafio, é importante que os docentes da área recorram a recursos didáticos potencialmente significativos, ultrapassando o uso exclusivo do livro didático. A busca por estratégias inovadoras no ensino, que favoreçam a participação ativa dos estudantes e o desenvolvimento de práticas, revela-se necessária quando se busca criar condições que propiciem tanto a AS quanto o desenvolvimento de habilidades metacognitivas.

Nesse sentido, o ensino de Engenharia pode ser aprimorado mediante a adoção de abordagens pedagógicas mais eficazes e intencionais, que articulem os princípios da AS com o desenvolvimento de capacidades metacognitivas de aprendizagem. Compreender como os professores identificam, selecionam e aplicam os subsunçores<sup>5</sup> em suas unidades curriculares, bem como a maneira como empregam mecanismos como a Reconciliação Integradora e a Diferenciação Progressiva, é essencial para valorizar a ancoragem de novos conhecimentos, a participação ativa dos estudantes, a contextualização dos conteúdos e a reflexão contínua sobre o processo de aprendizagem (Silva Filho; Ferreira, 2022).

De acordo com esses autores, a definição e a organização de subsunçores são etapas importantes para garantir a AS e permitir a construção de um conhecimento estruturado e significativo. Além disso, Ferreira e Silva Filho (2022) destacam a relevância das Teorias da Aprendizagem e da Educação na formulação de práticas pedagógicas, ressaltando que a articulação entre os princípios de Ausubel e Lipman pode fornecer um referencial teórico robusto para o ensino de Engenharia.

Além disso, oportunizar a presença em sala de aula de estratégias metacognitivas possibilita que cada estudante seja capaz de gerenciar e controlar sua aprendizagem, identificando o que sabe, o que eventualmente não sabe ou mesmo suas lacunas frente ao conhecimento em discussão.

---

<sup>5</sup> Subsunçor: conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (Moreira, 2012, p.2)



### 3 Metodologia

O presente trabalho, de natureza qualitativa, caracteriza-se pela preocupação em compreender a realidade a partir da perspectiva dos sujeitos envolvidos, sem a utilização de dados estatísticos ou medições numéricas para a análise dos dados (Zanella, 2011). Para a produção dessas informações, utilizou-se uma abordagem exploratória e bibliográfica, com o intuito de investigar o que já foi publicado sobre o tema, a intenção das publicações e as descobertas realizadas pelos autores.

A coleta de dados iniciou-se com a utilização dos descritores: “Aprendizagem Significativa” AND “Metacognição”. A pesquisa foi realizada por meio da análise de produções disponíveis na plataforma de Dados Abertos CAPES, considerando o período de 2012 a 2022. Nesta plataforma foram baixadas dez planilhas, contendo a listagens de produções associadas aos programas de pós-graduação no Brasil. Além da plataforma CAPES, também foi explorada a base da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), especificamente os Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), com o objetivo de localizar materiais pertinentes ao objeto do estudo.

Para compor o acervo, elaborou-se uma planilha unificada, com os títulos selecionados, segundo filtros específicos. Apenas os materiais que atenderam aos critérios de inclusão foram baixados, com o intuito de evitar alterações, censura ou remoção dos dados nas plataformas originais. Os filtros de investigação utilizados priorizaram as seguintes áreas de interesse: Ensino de Engenharia; Ensino; Educação.

Os critérios de inclusão adotados foram:

- a) Teses, dissertações e artigos científicos publicados em português, inglês ou espanhol;
- b) Trabalhos que abordassem intervenções metacognitivas e sua relação com a aprendizagem significativa no ensino de graduação, especialmente em cursos de Engenharia;
- c) Estudos que apresentassem resultados empíricos ou experimentais sobre a efetividade de intervenções apoiadas na metacognição e na AS, preferencialmente em cursos de Engenharia Mecânica.

Os critérios de exclusão adotados foram:

- a) Trabalhos que não contemplassem intervenções metacognitivas ou que explorassem essas intervenções em contextos muito distantes do ensino de Engenharia;
- b) Trabalhos sem resultados empíricos ou experimentais;
- c) Trabalhos publicados há mais de dez anos;
- d) Trabalhos que utilizassem o termo “significativo” apenas como sinônimo de “importante” ou “relevante”, sem conexão com os critérios da TAS.

A seleção dos materiais foi realizada com base na leitura dos títulos, das palavras-chave e dos resumos, com especial atenção para a identificação da presença do descritor ou de textos que apresentassem uma proximidade sintática em relação a ele.

A revisão bibliográfica desenvolvida teve como objetivo realizar uma análise crítica da literatura acadêmica já publicada, de modo a compreender, sintetizar e aprofundar o

conhecimento existente sobre o tema (Gil, 2002). Foram consideradas diversas fontes, como artigos científicos, livros, revisões, teses e dissertações.

Após a seleção, passou-se à análise sistemática dos materiais, por meio de uma leitura inspeccional, a fim de identificar:

- a) Público-alvo;
- b) O objetivo expresso;
- c) Questão central do estudo;
- d) Referencial teórico utilizado;
- e) Referencial metodológico adotado;
- f) Conclusões apresentadas;
- g) Contribuição do trabalho.

Com base nessa análise, foi possível retomar o problema central da pesquisa, promotora do estudo e classificar novamente os materiais com vistas à posterior aplicação da técnica de análise de conteúdo. Para a segunda análise dos dados, recorre-se à análise de conteúdo, definida por Bardin (2011, p. 47) como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

A Análise de Conteúdo pressupõe a definição de categorias, que podem ser estabelecidas a priori ou a posteriori. No presente estudo, as categorias foram estabelecidas a posteriori, ou seja, com base nos dados coletados. O processo envolveu a identificação de padrões e temas emergentes, permitindo uma compreensão aprofundada das interações entre AS e Metacognição no ensino de Engenharia. As categorias emergentes da análise incluem:

- a) Estratégias de ensino;
- b) Técnicas de aprendizagem;
- c) Desenvolvimento de habilidades metacognitivas;
- d) Aplicação prática de conceitos teóricos;
- e) Resultados empíricos sobre a eficácia do uso de estratégias de ensino.

Dessa forma, a pesquisa contribui para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras e eficazes, essenciais para a formação de futuros engenheiros.

#### 4 Apresentação e análise dos resultados

A análise dos dados foi conduzida de forma sistemática, seguida por uma análise de conteúdo. foi utilizada a leitura inspeccional para a seleção e classificação dos materiais, permitindo filtrar, entre os 725.686 registros disponíveis nos Dados Abertos da Capes (entre teses e dissertações), aqueles que dialogam com os descritores definidos: “Aprendizagem Significativa”; “Metacognição”; e “Ensino de Engenharia”. Para refinar ainda mais a busca, foram utilizadas combinações dos descritores nas buscas utilizando o operador booleano *AND* “Ensino de Engenharia” *AND* “Aprendizagem Significativa”; “Ensino de Engenharia” *AND* “Metacognição”; “Aprendizagem Significativa” *AND* “Metacognição”.



Esses descritores e combinações de busca ajudaram a refinar a análise dos materiais coletados. O resultado da busca por materiais (total de publicações) está sintetizado na Tabela 1. A primeira triagem foi realizada por meio de filtros automáticos, considerando os campos de ano de publicação, áreas do conhecimento e quantidade de materiais encontrados, aplicando-se os descritores definidos.

Tabela 1 – Número de materiais nas planilhas dos Dados Abertos da Capes

Ano	N.º Materiais	Área:		
		Engenharia	Ensino	Educação
2022	83.367	6.342	2.555	7.071
2021	64.715	763	190	2.219
2020	80.114	951	321	4.040
2019	94.504	1.322	305	4.918
2018	46.400	842	164	1.790
2017	84.433	1.287	150	4.325
2016	80.331	1.199	110	4.021
2015	75.921	300	74	2.413
2014	70.668	947	55	3.610
2013	67.547	885	69	3.465
2012	61.053	885	70	3.003

Fonte: CAPES, (2024).

Em seguida, os materiais foram submetidos a uma segunda triagem, em três etapas: (1) leitura do título; (2) leitura das palavras-chave; e (3) leitura do resumo. A partir desse processo, os trabalhos foram classificados conforme o grau de aderência ao tema da pesquisa, seguindo os critérios de avaliação apresentados no Quadro 1, com base na escala diferencial semântica adaptada de Cunha, Rezende e Saraiva (2017), tendo conceitos e ponderações expressas na Tabela 1.

Quadro 1 – Conceitos utilizáveis para cada item na avaliação dos materiais do acervo.

Conceitos da escala semântica	Ponderação ao conceito
Ruim	Ausência do critério avaliado
Regular	O critério a ser avaliado está presente, porém de maneira inadequada, necessitando de interferências para ser trabalhado
Bom	O critério avaliado atende a maior parte das expectativas de forma adequada, porém com ressalvas
Ótimo	O critério avaliado atende a todas as expectativas, sem ressalvas

Fonte: Adaptado de Cunha, Rezende e Saraiva, (2017).

Essa atribuição de conceitos permitiu reduzir o corpus de análise para dois trabalhos que atendiam ao critério “ótimo”. Diante da escassez, foram incorporados ao estudo mais 36



materiais classificados que atendia ao critério “bom”, além de 16 artigos técnicos extraídos dos anais da COBENGE, num total de 54 materiais para análise de conteúdo.

A análise de conteúdo seguiu os procedimentos descritos por Bardin (2011), com a definição das categorias ocorrendo a posteriori, a partir da leitura criteriosa dos materiais selecionados. Essas categorias e suas contribuições estão dispostas no Quadro 2. O objetivo principal foi identificar de que modo os estudos contemplam os fundamentos teóricos da AS e da Metacognição, especialmente quando associadas no contexto do ensino de Engenharia.

Quadro 2 – Relação de Categorias e suas contribuições

Categ.	Materiais	Elementos Abordados	Contribuição para o Estudo
Aprendizagem Significativa	M1; M2; M6; M7; M9; M10; M12; M13; M15; M16; M17; M18; M19; M21; M23; M27; M28; M31; M34; M35; M36; M38; M41; M50; e M51.	As contribuições destacam a teoria de Ausubel, com ênfase na organização e estabilidade da estrutura cognitiva como base da AS. Ressalta-se a diferenciação progressiva como processo essencial para a assimilação de novos conhecimentos, integrando-os de forma estruturada aos saberes prévios.	Os estudos analisados destacam a importância da Aprendizagem Significativa de Ausubel, reforçando a estrutura cognitiva prévia e organizadores conceituais. Mapas conceituais e metodologias ativas, como ABP, TBL e Modelagem Matemática, favorecem a organização do conhecimento e a contextualização do ensino. Estratégias inovadoras, como UEPS e MDL, estimulam o protagonismo estudantil, aproximando teoria e prática por meio de situações-problema e cenários reais. Isso contribui para a formação de engenheiros críticos, reflexivos e preparados para desafios profissionais.
Metacognição	M1; M3; M4; M5; M8; M9; M14; M16; M19; M22; M23; M25; M30; M31; M34; M38; M39; M40; M41; M45; M47; e M51.	Os materiais destacam Estratégias de Aprendizagem Metacognitivas, como consciência, autorregulação e autoapoiese, essenciais ao aprendizado. Também se referem aos modelos de Flavell, que oferecem base teórica para compreender e aplicar conceitos metacognitivos no contexto educacional.	Os estudos analisados evidenciam a importância da Metacognição no ensino de Engenharia, destacando autorreflexão, monitoramento e autorregulação da aprendizagem. Estratégias como autoavaliação e análise crítica auxiliam na tomada de decisões. Metodologias ativas, como ABP e Modelagem Matemática, incorporam aspectos metacognitivos, estimulando planejamento e avaliação contínua. Além disso, a Metacognição favorece a reflexão sobre conhecimentos prévios e dificuldades e impacta a formação docente ao promover práticas pedagógicas mais eficazes para qualificar ensino e aprendizagem.
Aprendizagem em Engenharia	M7; M15; M18; M23; M30; M35; M49; e M51.	Os materiais abordam o ensino de Engenharia e métodos de tomada de decisão, essenciais para a resolução de problemas. As atividades pedagógicas visam conectar teoria e prática, bem como compreender como o aluno pode potencializar a sua aprendizagem.	Os estudos analisados reforçam a importância da contextualização prática no ensino de Engenharia, integrando teoria e prática via aprendizagem em laboratório e normas técnicas. Metodologias ativas e tecnologias da Indústria 4.0 impulsionam a inovação educacional. A interdisciplinaridade fortalece habilidades técnicas e competências do mercado, enquanto uma abordagem humanista alia conhecimento técnico a valores éticos e sociais, ampliando a visão dos estudantes sobre seu impacto profissional na sociedade.
Mapas conceituais como ferramenta de aprendizagem	M1; M6; M9; M13; M18; M34; M41; M47; e M50.	Os mapas conceituais, usados como ferramentas didáticas e avaliativas, facilitam a organização do conhecimento, a autorregulação da aprendizagem e a superação de dificuldades conceituais. O CmapTools se destaca como recurso prático na criação e análise dos mapas, incentivando a reflexão dos alunos e promovendo uma aprendizagem mais significativa.	Os estudos destacam os mapas conceituais como ferramentas didáticas e avaliativas essenciais para organização do conhecimento, superação de dificuldades e comprovação da aprendizagem significativa. Eles promovem visualização, diferenciação progressiva e ressignificação de conceitos. Sua integração com estratégias metacognitivas, como reflexão e autorregulação, fortalece o aprendizado ativo. Além disso, o uso prático de mapas conceituais, como com o <i>software</i> CmapTools, reforça sua contribuição para a compreensão dos conteúdos, tornando-os mais acessíveis e resolutivos.



Categ.	Materiais	Elementos Abordados	Contribuição para o Estudo
Disposição do educando em aprender	M1; M3; M4; M5; M6; M7; M8; M9; M10; M12; M13; M16; M19; M21; M23; M25; M28; M31; M34; M35; M36; M38; M39; M41; M45; e M51.	Os materiais destacam a motivação e o engajamento como fundamentais à aprendizagem, incentivando reflexão, debates e organização do tempo. Reforçam também a importância da participação em atividades colaborativas e do desenvolvimento da autonomia para superar desafios e tornar os estudantes mais eficazes em sua aprendizagem.	Os estudos destacam a importância da motivação e engajamento no aprendizado. Metodologias ativas e ferramentas como mapas conceituais impulsionam o interesse e a autoeficácia dos alunos. Atividades colaborativas favorecem a autonomia e o aprendizado significativo, enquanto estratégias metacognitivas aprimoram a autorregulação. Ambientes dinâmicos, adaptados às necessidades dos alunos, fortalecem relações interpessoais e reduzem o desinteresse, especialmente em disciplinas desafiadoras como Matemática.
Interseção entre Aprendizagem Significativa e Metacognição	M1; M6; M9; M10; M12; M13; M16; M17; M21; M23; e M31.	Os materiais enfatizam a reflexão sobre as aprendizagens, a organização dos estudos e a participação em discussões. Destacam o planejamento pedagógico reflexivo como chave para articular teoria e prática, promovendo o engajamento dos alunos e o desenvolvimento de estratégias colaborativas de aprendizagem.	Os estudos analisados evidenciam a interseção entre aprendizagem significativa e metacognição, destacando ferramentas como mapas conceituais para organizar o conhecimento e estimular a autorreflexão. A estrutura cognitiva, aliada a práticas como planejamento, monitoramento e avaliação, reforça a construção do aprendizado. Motivação e autoavaliação contribuem para consolidar conceitos. Por fim, metodologias ativas, como a meta-avaliação, aplicam essa articulação na prática, favorecendo a autorregulação e aprimorando o processo de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelos autores, (2024).

Constatou-se que a articulação entre AS e Metacognição ainda é incipiente no campo da Engenharia Mecânica, o que justificou a inclusão de estudos de áreas correlatas, como Ciências e Engenharia em sentido amplo. A partir da análise, foi possível identificar que alguns materiais [1, 2 e 3] discutem a relevância da AS no ensino de Engenharia e destacam a importância da ancoragem de novos conhecimentos em estruturas cognitivas preexistentes, evidenciando a centralidade do conceito de conhecimento prévio. Outros materiais [4 e 5] destacam a relevância da Metacognição no desenvolvimento da autonomia discente, especialmente no que se refere ao monitoramento e à regulação das estratégias de aprendizagem.

Embora a maioria dos trabalhos trate essas abordagens de forma isolada, identificaram-se contribuições relevantes em materiais como [Materiais: 6 e 7], que discutem a intersecção entre AS e Metacognição. Esses autores argumentam que a Metacognição pode contribuir para a construção de significados ao estimular os estudantes a refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem. Esses achados reforçam a necessidade de um olhar mais aprofundado sobre a sinergia entre essas teorias no ensino de Engenharia Mecânica. Tal constatação fundamenta a elaboração dos Quadros 3 e 4, que sintetizam a lógica e os elementos comuns entre as duas propostas.



Quadro 3 – A integração conceitual entre AS e Metacognição através do entendimento construído após a análise dos materiais de pesquisa.

METACOGNIÇÃO	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
<p><b>Conhecimento prévio:</b> Envolve o conhecimento que o estudante tem sobre o próprio conhecimento, ou seja, o que ele sabe que ele sabe. O estudante usa seu conhecimento prévio para monitorar seu próprio processo de aprendizagem e identificar estratégias que possam ser utilizadas para melhorar o desempenho.</p> <p>Ao relacionar os novos conhecimentos com o conhecimento prévio e com a própria experiência de aprendizagem, o estudante pode desenvolver uma compreensão mais profunda dos conceitos e da sua própria aprendizagem. Nesse sentido, o conhecimento prévio atua tanto como uma “âncora” na AS, permitindo a assimilação de novos conteúdos de forma não arbitrária, quanto como um “recurso de regulação” na Metacognição, auxiliando no monitoramento e na autorregulação do aprendizado. Portanto, ao ajudar os estudantes a reconhecer e usar seu conhecimento prévio para conectar novos conhecimentos e tomar consciência sabem e do que não sabem, é possível promover tanto a AS quanto a Metacognição.</p>	<p><b>Conhecimento prévio:</b> Envolve a conexão dos novos conhecimentos com o conhecimento prévio do estudante. De acordo com Ausubel (1968), a Aprendizagem Significativa ocorre quando o estudante relaciona os novos conhecimentos com seu conhecimento prévio.</p>
<p><b>Reflexão<sup>6</sup>:</b> Permite que o estudante avalie o próprio processo de aprendizagem e identifique estratégias que possam ser utilizadas para melhorar o desempenho.</p> <p>A reflexão metacognitiva é importante para o autoconhecimento, ajudando o estudante a compreender como pensa e aprende.</p> <p>A reflexão é um processo importante tanto para a aprendizagem significativa quanto para a metacognição. Portanto, incentivar a reflexão nesses contextos pode promover uma aprendizagem mais profunda e consciente.</p>	<p><b>Reflexão:</b> Permite que o estudante crie significados pessoais a partir dos novos conhecimentos, relacionando-os com conhecimentos prévios.</p> <p>Ao refletir sobre o que foi aprendido, o estudante pode relacionar novas informações com conhecimentos preexistentes, facilitando a internalização dos conceitos.</p>
<p><b>Autorregulação:</b> O estudante é capaz de pensar sobre seu próprio pensamento, avaliar a eficácia de suas estratégias de aprendizagem, fazer ajustes conforme necessário e implementar novas abordagens para melhorar a compreensão e a retenção do conhecimento.</p> <p>Ao se envolver em atividades de autorregulação, o estudante pode monitorar e ajustar o próprio processo de aprendizagem.</p> <p>Na Metacognição, a autorregulação é explicitamente operacionalizada, permitindo que os estudantes monitorem e ajustem seu processo de aprendizagem de maneira consciente e estratégica. Já na AS, a autorregulação está funcionalmente implicada, pois facilita a integração de novos conhecimentos com os já existentes, promovendo uma compreensão mais profunda e a aplicação prática dos conceitos. Dessa forma, ambas as abordagens se complementam ao estimular o estudante a assumir um papel ativo na construção do próprio conhecimento e no refinamento de suas estratégias de aprendizagem.</p>	<p><b>Autorregulação:</b> Não é um foco central, mas está implícita na maneira como os estudantes organizam e integram novos conhecimentos com o que já sabem.</p> <p>Pode ajudar o estudante a identificar os seus pontos fortes e fracos e a ajustar a sua abordagem à aprendizagem. Isso inclui a habilidade de selecionar informações relevantes e reorganizar esquemas mentais.</p>
<p><b>Aprendizagem ativa:</b> Incentiva o estudante a reconhecer seu próprio processo de aprendizagem e identificar o que sabe e o que não sabe a fim de desenvolver estratégias que possam ser utilizadas para melhorar o desempenho.</p> <p>Essa maneira de aprender envolve a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, incluindo a exploração ativa dos novos conceitos, a discussão com os colegas e a aplicação prática dos conhecimentos.</p>	<p><b>Aprendizagem ativa:</b> Pode facilitar aprendizagem ao envolver o estudante de maneira proativa na construção do conhecimento, promovendo conexões entre novos conteúdos e conhecimentos preexistentes.</p>

Fonte: Elaborada pelos autores, (2024).

O conceito de conhecimento prévio, conforme proposto por Ausubel (1968), constitui o alicerce da AS, uma vez que representa os subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz e funciona como âncora para a assimilação de novos conhecimentos e a promoção de uma interação não arbitrária entre o que o estudante já sabe e o conteúdo a ser aprendido [Materiais: 41 e 50]. Essa interação permite a construção de significados profundos e duradouros, contribuindo para um aprendizado efetivo [Materiais: 47 e 50]. A ativação do conhecimento prévio é essencial, mas por si só não garante a compreensão e a AS. Estratégias didáticas como discussões em grupo e a abordagem PBL (Problem-Based Learning) têm se

<sup>6</sup> Aqui não se busca escrever sobre o que seria a “reflexão” para a Metacognição e para a AS: apenas se apresenta uma síntese de apontamentos identificados na pesquisa que fazem referências à reflexão como um fator de aprendizagem.



mostrado eficazes para aprofundar o processo de aprendizagem [expresso no Material 51]. Esses argumentos são reforçados por Veraldo Junior *et al.* (2023), segundo os quais que a metacognição pode contribuir para a construção de significados ao estimular os estudantes a refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem.

Outro ponto evidenciado é o papel ativo do professor como mediador do processo educativo, como defendido por Ausubel (1968), ao organizar os materiais e conduzir o ensino de forma estruturada para integrar os conhecimentos prévios dos estudantes ao novo conteúdo [Material 52]. A interação entre o conhecimento prévio e os novos conceitos ocorre por meio de mecanismos como a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, que reorganizam e ampliam a estrutura cognitiva, permitindo a construção de significados mais abrangentes e duradouros, como descrito nos materiais [41 e 50]. No entanto, a ausência ou má exploração dos subsunçores pode resultar em aprendizagem mecânica, com falta de profundidade e dificuldades na retenção e aplicação do conteúdo [Materiais: 34 e 43].

Quadro 4 – Elementos comuns entre AS e Metacognição através do entendimento construído após a análise dos materiais de pesquisa.

METACOGNIÇÃO	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
<p><b>Processos cognitivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O foco é no monitoramento e controle dos processos mentais durante a aprendizagem.</li> </ul> <p>Ambas as perspectivas enfatizam a importância dos processos cognitivos na aprendizagem, compartilhando a crença de que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando o estudante toma consciência dos seus próprios processos mentais ou quando relaciona o novo conhecimento ao que já sabe. Esse princípio fundamental fortalece tanto a AS, ao permitir a ancoragem de novos conceitos em estruturas cognitivas pré-existentes, quanto a Metacognição, ao estimular a autorregulação e o monitoramento ativo do próprio aprendizado.</p>	<p><b>Processos cognitivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O foco é na conexão entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios.</li> </ul> <p>Ambas as perspectivas enfatizam a importância dos processos cognitivos na aprendizagem, compartilhando a crença de que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando o estudante toma consciência dos seus próprios processos mentais ou quando relaciona o novo conhecimento ao que já sabe. Esse princípio fundamental fortalece tanto a AS, ao permitir a ancoragem de novos conceitos em estruturas cognitivas pré-existentes, quanto a Metacognição, ao estimular a autorregulação e o monitoramento ativo do próprio aprendizado.</p>
<p><b>Aprendizagem ativa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudante é incentivado a refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem.</li> </ul> <p>As duas perspectivas valorizam a aprendizagem ativa, ou seja, aquela em que o estudante é o protagonista do seu próprio processo de aprendizagem.</p>	<p><b>Aprendizagem ativa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dá-se através da busca de relações entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio.</li> </ul> <p>As duas perspectivas valorizam a aprendizagem ativa, ou seja, aquela em que o estudante é o protagonista do seu próprio processo de aprendizagem.</p>
<p><b>Contextualização:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolve a capacidade do estudante de refletir sobre o contexto em que a aprendizagem está ocorrendo. Flavell (1979) destaca que a metacognição inclui o conhecimento sobre os fatores contextuais que influenciam a aprendizagem, como o ambiente de estudo, a natureza da tarefa e as demandas cognitivas associadas. Esse entendimento permite ao estudante adaptar suas estratégias de aprendizagem de acordo com o contexto, promovendo um aprendizado mais eficaz e eficiente.</li> </ul> <p>Ambas enfatizam a importância da contextualização para a aprendizagem, pois relacionar os novos conhecimentos com experiências prévias e situações reais permite ao estudante construir significados mais profundos. Além disso, essa contextualização favorece a transferência de aprendizagem, tornando o conhecimento útil em diferentes cenários e promovendo sua aplicação em novos desafios. Esse aspecto é amplamente valorizado por autores contemporâneos, que defendem a importância de um ensino que prepare o aluno para utilizar seu conhecimento de forma flexível e adaptável em diversas situações educacionais e profissionais.</p>	<p><b>Contextualização:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Na teoria de Ausubel <i>et al.</i>, (1968), é essencial para que o novo conhecimento seja incorporado de maneira significativa ao conhecimento preexistente do estudante. Os autores argumentam que a aprendizagem é mais eficaz quando novos conceitos são apresentados em um contexto compreensível para o estudante, facilitando a integração entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Isso torna o aprendizado mais relevante e significativo, além de promover a retenção e a aplicabilidade prática do conhecimento adquirido.</li> </ul> <p>Ambas enfatizam a importância da contextualização para a aprendizagem, pois relacionar os novos conhecimentos com experiências prévias e situações reais permite ao estudante construir significados mais profundos. Além disso, essa contextualização favorece a transferência de aprendizagem, tornando o conhecimento útil em diferentes cenários e promovendo sua aplicação em novos desafios. Esse aspecto é amplamente valorizado por autores contemporâneos, que defendem a importância de um ensino que prepare o aluno para utilizar seu conhecimento de forma flexível e adaptável em diversas situações educacionais e profissionais.</p>

Observação: Ao comparar a AS e a Metacognição, é importante reconhecer que ambas se aplicam a diferentes aspectos do conhecimento e contribuem de maneira complementar para o processo educacional. A AS, proposta por Ausubel (1968), destaca a importância da integração entre novos e antigos conhecimentos. Por outro lado, a Metacognição, conforme descrita por Flavell (1979), foca nos processos mentais de monitoramento e controle. Apesar de suas abordagens distintas, ao serem integradas, a AS e a Metacognição podem criar um ambiente de aprendizagem mais eficaz, no qual os estudantes assimilam novos conhecimentos de maneira significativa e, ao mesmo tempo, desenvolvem habilidades metacognitivas que lhes permitem refletir, regular e melhorar continuamente sua aprendizagem.

Fonte: Elaborada pelos autores, (2024).



Ferramentas como os mapas conceituais foram apontadas como importantes aliadas para a organização do conhecimento e a visualização de relações conceituais. Além de auxiliarem na resolução de problemas, essas ferramentas permitem monitorar as mudanças na estrutura cognitiva e promover uma AS [Materiais: 38 e 50]. O papel do professor na mediação é importante, por isso, além dos mapas, o uso de estratégias como problemas qualitativos e organizadores prévios facilita a relação entre os conhecimentos anteriores e os novos, promovendo a assimilação significativa [Materiais: 37 e 50]. A assimilação significativa, quando associada à AS, envolve a modificação tanto da nova informação quanto do conhecimento pré-existente, o que por sua vez enriquece a estrutura cognitiva. Já sob a ótica da Metacognição, esse processo está relacionado à organização do conhecimento e permite ao indivíduo monitorar e regular sua aprendizagem. A adaptação do ensino às estruturas cognitivas dos estudantes é essencial para maximizar o potencial dos subsunçores e criar condições favoráveis ao aprendizado [Material 52].

O conhecimento prévio, mais do que um ponto de partida, configura-se como uma variável dinâmica que se modifica e se amplia ao longo do processo de aprendizagem. Essa compreensão exige que o ensino seja adaptado às estruturas cognitivas dos estudantes, reconhecendo que essas estruturas não são estáticas. Graças a essa dinamicidade, o estudante é reconhecido como protagonista de sua formação, capaz de construir, revisar e ampliar seus saberes de forma contínua. Essa perspectiva transforma o aprendiz em agente ativo da própria aprendizagem, capaz de promover um conhecimento significativo, contextualizado e aplicável a diferentes realidades [Materiais: 50 e 52]. Essa perspectiva transforma o aprendiz em um agente ativo da própria aprendizagem, e assim promove um conhecimento significativo, contextualizado e aplicável a diferentes realidades (Veraldo Junior *et al.*, 2023).

Os dados analisados permitiram construir um panorama inicial sobre as possibilidades de integração da AS e da Metacognição, e assim fundamentaram a proposta de que essas abordagens, embora derivadas de tradições próximas no campo do cognitivismo, podem se complementar. Essa integração é evidenciada em estudos como o de Xavier (2022), que destaca o papel das estratégias metacognitivas tanto na organização do conhecimento quanto no desenvolvimento de habilidades de autorregulação e monitoramento da aprendizagem – fatores que favorecem a assimilação significativa. Essa análise embasa a proposta teórica apresentada nos Quadros 3 e 4, que evidenciam os pontos de convergência e o diálogo teórico entre a AS e a Metacognição e indicam possibilidades de articulação entre seus pressupostos no processo educativo.

Observação: A AS e a Metacognição estão inter-relacionadas em diferentes pontos teóricos, incluindo o conhecimento prévio, a reflexão, a autorregulação e a aprendizagem ativa (Novak, 1998; Flavell, 1979; Schraw & Dennison, 1994). A compreensão desses pontos pode ajudar a promover uma aprendizagem mais significativa e eficaz, que leve em conta a metacognição do estudante.

Apesar da ausência de contradições explícitas entre AS e Metacognição nos materiais analisados, que possivelmente se deve ao ponto de partida em pressupostos epistemológicos semelhantes, pode-se considerar que existem desafios e dificuldades potenciais na implementação desses conceitos no contexto educacional. Sato (2023) observa que, embora ambas as abordagens se complementem teoricamente, a prática pedagógica enfrenta entraves como a escassez de formação docente específica, a resistência a metodologias ativas e a dificuldade em adaptar os conteúdos disciplinares às exigências de reflexão metacognitiva. Esses aspectos evidenciam a necessidade de investigações mais aprofundadas sobre como

operacionalizar, de forma eficaz, a integração entre AS e Metacognição, conforme se propõe na pesquisa em andamento à qual este artigo está vinculado.

A integração entre a AS e a Metacognição revela-se uma abordagem promissora para o aprimoramento das práticas pedagógicas no ensino de Engenharia. Ao estimular a reflexão crítica sobre o próprio processo de aprendizagem, essa associação pode direcionar os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos, aprimorando sua aprendizagem global, promovendo um ensino mais engajador e centrado no estudante. Como discutido por Carvalho, Porto e Belhot (2001), a aplicação da AS no ensino de Engenharia pode contribuir para superar abordagens tradicionais e fragmentadas, favorecendo assim o desenvolvimento de competências que valorizam a autonomia intelectual e o entendimento significativo. Nesse sentido, a compreensão da sinergia entre AS e Metacognição pode enriquecer o processo formativo ao proporcionar estratégias educacionais mais reflexivas, significativas e eficazes, que contribuam para o desenvolvimento de metodologias que favoreçam tanto a autonomia quanto a compreensão significativa dos conteúdos.

#### 4.1 A articulação teórico-metodológica entre a AS e a Metacognição no ensino de Engenharia

A análise de conteúdo dos materiais permitiu identificar categorias que evidenciam uma forte inter-relação entre a teoria da AS e os pressupostos teóricos da Metacognição. Essa articulação revela uma convergência de fundamentos que potencializam o processo de ensino e aprendizagem no contexto da formação em Engenharia, especialmente ao considerar as exigências cognitivas dessa área, conforme evidenciado principalmente nos Materiais [01, 47 e 50].

A relação entre AS e Metacognição é fundamentada na ideia de que a Metacognição desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do conhecimento. Ela possibilita ao indivíduo adquirir novas informações, bem como analisar e avaliar como esse aprendizado ocorre. Por meio da Metacognição, os estudantes podem desenvolver estratégias cognitivas mais eficazes, como a autorregulação do aprendizado, a avaliação da própria execução das tarefas e a correção quando estes se mostram necessários (Maraglia, 2018). Os Materiais [8 e 9] reforçam que a autorregulação, derivada da reflexão, se configura como uma estratégia metacognitiva essencial para construir aprendizagens significativas, pois consolida o papel reflexivo como base para o desenvolvimento cognitivo.

A aproximação e a associação entre esses conceitos podem ser identificadas na medida em que ambas destacam a importância da reflexão e da autorregulação no processo de aprendizagem [Material 4]. Ambos os conceitos compartilham o foco na ativação e mobilização do conhecimento prévio como ponto de partida para a aprendizagem. Na AS, esse conhecimento atua como subsunçor para a assimilação de novas informações de forma não arbitrária e substantiva [Materiais: 3, 12, 13, 18, 30 e 34]. Já na Metacognição, ele é ativado e reorganizado por meio de estratégias de planejamento, monitoramento e regulação, visando à adaptação e à eficiência cognitiva [Materiais: 8, 25 e 40]. Essa conexão é reforçada em materiais que indicam que a consciência sobre o conhecimento prévio e sua integração reflexiva qualificam o processo de construção de significados (Materiais 4, 5, 22 e 47).

A autorregulação da aprendizagem emergiu como um elemento central de convergência entre AS e Metacognição, pois abrange processos como monitoramento, planejamento e controle executivo. Enquanto a AS promove a construção ativa do conhecimento, ancorada nas estruturas cognitivas do estudante, a Metacognição fornece os instrumentos necessários para o acompanhamento desse processo: monitoramento da compreensão, avaliação das estratégias

utilizadas e tomada de decisões durante a aprendizagem (Maraglia, 2018; Flavell, 1979; Brown, 1987). Os Materiais [8, 9 e 34] destacam que a autorregulação, derivada da reflexão metacognitiva, sustenta o protagonismo do aprendiz e favorece a autonomia intelectual. Os autores analisados, como expresso no [Material 4], destacam que a autorregulação não se limita a estratégias cognitivas, mas representa um mecanismo reflexivo e estratégico capaz de transformar conhecimento em competências aplicáveis. Flavell (1979) e Brown (1987) enfatizam que o monitoramento e a autorregulação ocorrem simultaneamente, enquanto o [Material 34] evidencia que essas práticas promovem autonomia e protagonismo do aprendiz, aspectos fundamentais para a construção de conhecimentos significativos.

No ensino de Engenharia, a integração teórica entre AS e Metacognição se torna ainda mais relevante. Essa área exige mais do que apenas a transmissão de conteúdo técnico, demandando o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas complexos e tomada de decisões, habilidades que exigem tanto compreensão conceitual profunda quanto controle sobre os próprios processos cognitivos (Moreira, 2000). Assim, a combinação entre AS e Metacognição pode favorecer práticas pedagógicas que estimulam essas características indispensáveis à formação de engenheiros críticos e autônomos.

Na AS são utilizadas estratégias de ensino que por vezes permitem aos estudantes estabelecer conexões entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática, tornando o conhecimento mais relevante e útil. Ao mesmo tempo, a Metacognição auxilia os estudantes a refletir sobre seus próprios processos de aprendizagem, identificar estratégias eficazes e proceder a ajustes quando necessário, o que pode ser importante na resolução de problemas complexos e na busca por soluções inovadoras na engenharia.

Ambas as abordagens dependem do conhecimento prévio, e no caso da AS esse é um ponto de partida essencial. Na perspectiva da AS, o conhecimento prévio (subsúcores) funciona como âncora para a assimilação de novos conceitos de forma não arbitrária e substantiva [Materiais: 41 e 50]. Por sua vez, a Metacognição mobiliza e ajusta esse repertório prévio de forma reflexiva, ajustando estratégias e monitorando a maneira como o conhecimento prévio pode ser utilizado para alcançar novos objetivos de aprendizagem [Material 45]. Ao integrar a AS e a Metacognição no ensino de Engenharia, os professores podem fortalecer a formação dos estudantes, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas. Nessa integração, os estudantes devem ser encorajados a refletir sobre seu próprio conhecimento, a buscar conexões entre os conceitos e a aplicar estratégias metacognitivas para aprofundar sua compreensão. Isso não apenas atua no sentido de qualificar a aprendizagem, mas também prepara os estudantes para enfrentar os desafios e as demandas da prática profissional na área da Engenharia.

A Metacognição traz uma dimensão de autorregulação para o processo de AS, pois é por meio de estratégias metacognitivas, como o planejamento, monitoramento e avaliação do próprio aprendizado, que o indivíduo se torna mais consciente de como seu conhecimento prévio pode ser mobilizado e integrado [Materiais: 45, 47 e 50]. O uso de mapas conceituais, por exemplo, é uma ferramenta eficaz para organizar o repertório inicial e monitorar as mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva ao longo da aprendizagem, unindo cognição e reflexão em um processo dinâmico [Material 38].

Na AS, o estudante é visto como um agente ativo, que integra novos conceitos ao conhecimento prévio por meio de diferenciação progressiva e reconciliação integradora [Materiais: 33, 34, 41 e 50]. A Metacognição potencializa essa integração ao promover a tomada de decisões conscientes sobre quais estratégias utilizar e como adaptar o conhecimento

existente às novas situações. Assim, ambas promovem uma aprendizagem mais profunda e contextualizada.

A sinergia entre AS e Metacognição não se desenvolve de forma linear, mas em uma relação dialética contínua, na qual uma retroalimenta a outra. A Metacognição, ao possibilitar a reflexão crítica sobre os processos de aprendizagem, promove ajustes contínuos nas estratégias de assimilação e uso do conhecimento prévio [Materiais: 19 e 47], segundo apontamentos observados nos estudos de Pinheiro, (2016) e Xavier, (2022). Por sua vez, a AS fornece um contexto rico e estruturado para a construção de significados, enriquecendo os processos metacognitivos (Damasceno Júnior; Vasconcelos; Menezes, 2024). Essa relação dinâmica evidencia que a interação entre AS e Metacognição pode favorecer o desenvolvimento de competências cognitivas mais complexas, ao integrar estratégias que promovem tanto a significação dos conteúdos quanto o monitoramento e a autorregulação da aprendizagem (MARAGLIA; PEIXOTO; SANTOS, 2023). Um exemplo dessa sinergia pode ser observado na prática de construção de mapas conceituais (Material 38), que operam como ferramentas de organização do conhecimento, mas também de monitoramento das mudanças cognitivas ao longo do processo de aprendizagem.

A integração de Metacognição e AS demanda práticas pedagógicas que estimulem o estudante a ativar seu conhecimento prévio, refletir sobre suas estratégias e participar ativamente de seu processo de aprendizagem. Isso exige do professor um papel mediador, capaz de organizar materiais, promover discussões reflexivas e utilizar ferramentas como organizadores prévios e mapas conceituais para facilitar a integração entre o antigo e o novo conhecimento [Materiais: 14, 19, 23, 32, 40, 45 e 50].

Dessa forma, a análise dos materiais evidencia que a integração entre AS e Metacognição, no processo educacional, favorece um ambiente de aprendizagem mais contextualizado e adaptável. O estudante é posicionado como agente ativo, capaz de construir significados com base em seus conhecimentos prévios, enquanto desenvolve consciência sobre seus modos de aprender. Para o ensino de Engenharia, essa articulação teórica representa um caminho promissor para a superação das dificuldades de aprendizagem ao valorizar a conexão entre teoria e prática, a intencionalidade pedagógica, a mediação docente e a autonomia discente no processo educativo.

## 5 Conclusões

Este estudo teve como objetivo investigar como os conceitos de AS e Metacognição podem ser integrados de forma a promover uma educação em Engenharia mais significativa e orientada ao desenvolvimento de competências metacognitivas nos estudantes. A análise dos materiais selecionados revelou contribuições relevantes para esse propósito, apresentando contribuições para a condução da pesquisa de Doutorado associada a este artigo, embora tenham sido identificadas lacunas quanto à articulação explícita e aplicada entre essas duas abordagens. Essa lacuna reforça a necessidade de investigações mais aprofundadas sobre como intervenções metacognitivas podem aprimorar o ensino de Engenharia e qualificar os processos de aprendizagem.

As pesquisas analisadas evidenciaram diferentes formas de exploração da AS e da Metacognição no ensino superior, mas poucas abordagens focam na intersecção entre esses conceitos de maneira explícita e intencional. Ao longo do estudo, identificou-se que a AS é amplamente utilizada para estruturar o conhecimento prévio e promover a construção significativa de conceitos, enquanto a Metacognição aprimora esse processo ao possibilitar que

os estudantes monitorem e ajustem suas estratégias de aprendizagem, tornando-se agentes ativos na regulação do próprio conhecimento. Estudos recentes indicam que a Metacognição pode ampliar a eficácia da aprendizagem ao incentivar uma reflexão ativa e consciente sobre os processos cognitivos, reforçando o papel da autorregulação no ensino de Engenharia, uma vez que é capaz de permitir que os estudantes desenvolvam maior autonomia intelectual e capacidade de tomar decisões estratégicas no processo de aprendizagem. Referências recentes demonstram que essa relação entre AS e Metacognição tem sido explorada em pesquisas contemporâneas, sobretudo na educação científica e tecnológica. Estudos como os de Pinheiro (2016), Xavier (2022) e Damasceno Júnior; Vasconcelos; Menezes (2024) mostram que a metacognição auxilia na adaptação e aplicação eficaz do conhecimento adquirido, garantindo que a aprendizagem seja significativa e transferível para situações práticas da Engenharia.

Com base nos estudos analisados e nos fundamentos teóricos de Ausubel (2003) e Flavell (1979), conclui-se que a AS e a Metacognição estão interligadas no processo educacional e podem ser aplicadas de forma promissora no ensino de Engenharia. Quando articuladas, essas abordagens favorecem a assimilação de novos conhecimentos de forma contextualizada, significativa e transferível, estimulando os estudantes a refletir sobre como aprendem e aplicam o conteúdo (Moreira, 2011; Pinheiro, 2016). Ao valorizar o conhecimento prévio do estudante, a AS fornece uma base sólida para a construção de significados; enquanto a Metacognição oferece instrumentos para a autorregulação e o monitoramento das estratégias cognitivas, tornando o processo de aprendizagem mais reflexivo e eficiente (Moreira, 2000; Xavier, 2022). Os achados da pesquisa reforçam que o conhecimento prévio é essencial para a AS, mas sua eficácia depende de um acompanhamento metacognitivo que possibilite aos estudantes refletirem sobre suas estratégias de assimilação e aplicação dos conteúdos. Essa interação fortalece a autonomia intelectual e a capacidade crítica dos estudantes, promovendo um aprendizado ativo e consciente (Pinheiro, 2016; Damasceno Júnior; Vasconcelos; Menezes, 2024).

A integração entre essas abordagens manifesta-se na relação entre a reflexão consciente e a construção ativa de significados. Enquanto a AS fornece a base teórica para a ancoragem e assimilação do conhecimento, a Metacognição oferece estratégias aplicáveis de autorregulação e monitoramento, tornando esse processo mais eficaz e adaptável (NOVAK, 2010; PINHEIRO, 2016). Essa interação contínua fortalece a conexão entre teoria e prática. Além disso, o uso de estratégias como mapas conceituais e organizadores prévios evidencia como a Metacognição pode ampliar a significação dos conteúdos, permitindo que os estudantes desenvolvam uma compreensão mais estruturada e aplicável ao contexto profissional (Veraldo Junior *et al.*, 2023).

Portanto, ao investigar como essa integração tem sido explorada nas pesquisas de pós-graduação, este estudo evidenciou que a relação entre AS e Metacognição possui um grande potencial para qualificar o ensino de Engenharia, tornando-o mais significativo e reflexivo. Ao valorizar o conhecimento prévio, estimular a reflexão metacognitiva e oferecer ferramentas para autorregulação, os professores podem criar ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e eficazes. Essa articulação teórica representa um caminho promissor para superar os desafios da educação em Engenharia, preparando os estudantes para enfrentar problemas complexos, tomar decisões estratégicas e aplicar o conhecimento de maneira crítica e contextualizada na prática profissional (Maraglia; Peixoto; Santos, 2023). Esta proposta será aprofundada e validada por meio de intervenções planejadas na continuidade da pesquisa de Doutorado, representando um avanço teórico-metodológico para a formação de engenheiros mais conscientes de seus processos de aprendizagem.

## Agradecimento

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Erechim pelo apoio institucional, essencial para o desenvolvimento deste trabalho e da pesquisa doutoral a ele vinculada.

## Referências

ANDREATA, Mauro Antonio. Aula expositiva e Paulo Freire. **Ensino em Re-Vista**, v. 26, n. 3, p. 700-724, Uberlândia, set./dez. 2019.

AUSUBEL, David Paul. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. São Paulo: Editora Plátano, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: 70, 2011.

BROWN, Ann Leslie. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. *In*: GLASER, Robert (ed.). **Advances in instructional psychology**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1978. v. 1. p. 77-165.

BROWN, Ann Leslie; BRANSFORD, John; FERRARA, Robert; CAMPIONE, Joseph. Learning, remembering and understanding. *In*: FLAVELL, John H.; MARKMAN, Ellen M. (ed.). **Handbook of child psychology: Vol. 3. Cognitive development**. 4. ed. New York: Wiley, 1983. p. 77-166.

BROWN, Ann Leslie. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. *In*: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer H. (ed.). **Metacognition, motivation and understanding**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 65-116.

CAPES. **Dados Abertos CAPES**. 2024. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/busca?termo=teses%20e%20disserta%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 06 março 2024.

CARVALHO, Anna Cristina Barbosa Dias de; PORTO, Arthur José Vieira; BELHOT, Renato Vairo. **Aprendizagem significativa no ensino de engenharia**. SciELO Brasil, 2001.

COLL, Cesar; MARCHESI, Álvaro; PALACIOS, Jesús (org.). **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004.

CUNHA, Nayara Campos da; REZENDE, Juliana Lima de Passos; SARAIVA, Isabella Scalabrini. **Análise do conteúdo de botânica nos livros didáticos do ensino fundamental**. Argumentos Pró-Educação, Pouso Alegre, v. 2, n. 6, p. 493-513, set./dez, 2017,

EFKLIDES, Anastasia. Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? **Educational Research Review**, v. 1, p. 3–14, 2006

FERREIRA, Marcello; SILVA FILHO, Olavo. Leopoldino da. **Teorias da Aprendizagem e da Educação como referenciais em práticas de ensino**: Ausubel e Lipman. Brasília: Universidade de Brasília, 2022.

FLAVELL, John Hurley. Metacognitive aspects of problem solving. *In*: RESNICK, Lauren B. (ed.). **The nature of intelligence**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1976. p. 231-236.

FLAVELL, John Hurley. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906–911, 1979. Disponível em <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>. 1979.

FLAVELL, John Hurley. Cognitive development: Past, present, and future. **Developmental Psychology**, [S.l.], v. 28, n. 6, p. 998–1005, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.28.6.998>. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.28.6.998>. Acesso em: 03 março 2024.

FLAVELL, John Hurley; MILLER, Patrícia Hackney; MILLER, Scott A. **Desenvolvimento Cognitivo**. Tradução: Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

GARCEZ, Pedro de Moraes; FRANK, Ingrid; KANITZ, Andréia. Interação social e etnografia: sistematização do conceito de construção conjunta de conhecimento na fala-em-interação de sala de aula. **Calidoscópico**, v. 10, n. 2, 2012. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/calidoscopio/article/view/cld.2012.102.08>. Acesso em: 29 maio 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LOPES, Loyane Caldas. **O uso de recursos didáticos na motivação da aprendizagem em Ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais). Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, 2019.

MARAGLIA, Pedro Henrique. **Estratégias de ensino metacognitivas**: uma revisão sistemática da literatura. Rio de Janeiro: UFRJ/Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde – NUTES, 2018, p. 31-36

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília: MEC, 2019. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Referenciais Nacionais dos Cursos de Engenharia**. Brasília: MEC, 2019a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 2000.



WASS, Rob; ROGERS, Tracy; BROWN, Kim; SMITH-HAN, Kelby; TAGG, Jacqueline; BERG, David; GALLAGHER, Steve. Pedagogical training for developing students' metacognition: implications for educators. **International Journal for Academic Development**, [S.l.], publicado em 14 ago. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1360144X.2023.2246442>. Acesso em: 06 março 2024.

XAVIER, César Silva; PEIXOTO, Maurício de Abreu Pinto; VEIGA, Luciana Lima de Albuquerque da. Comandos metacognitivos embutidos baseados na natureza da ciência: Potencialidades, limitações, condições e possibilidades. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e43010716829, 2021.

XAVIER, César Silva. **Metacognição e estratégias de ensino metacognitivo**: uma revisão de literatura analítica. 2022. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde) – Instituto Nutes de Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de pesquisa**. 2 ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2011.

ZEICHNER, Kenneth M. **A formação reflexiva do professor**: Idéias e Práticas. Trad. Maria Nóvoa. Lisboa: Educa, 1993.

ZOHAR, Anat; BARZILAI, Sarit. **A review of research on metacognition in science education**: current and future directions. *Studies in Science Education*, v. 49, n. 2, p. 121-169, 2013.

Recebido em abril de 2025

Aprovado em junho de 2025