



ENSINO DE FÍSICA E METACOGNIÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA

*TEACHING PHYSICS AND METACOGNITION: CONTRIBUTIONS TO TEACHING
PHYSICS IN ENGINEERING COURSES*

Carlos Enio Jorge Lima

Mestre em Ensino pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa)
Universidade Federal do Pampa (Unipampa)
carloslima@unipampa.edu.br

Pedro Fernando Teixeira Dorneles

Doutor em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Docente dos programas de pós-graduação em Ensino e em Ensino de Ciências da Universidade
Federal do Pampa (Unipampa)
pedrodorneles@unipampa.edu.br

Cleci Teresinha Werner da Rosa

Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Docente dos programas de pós-graduação em Educação e em Ensino de Ciências e Matemática da
Universidade de Passo Fundo (UPF)
cwerner@upf.br

Resumo

O presente texto relata os achados da pesquisa qualitativa realizada no primeiro semestre de 2022, que teve por objetivo investigar como questionários metacognitivos associados à estratégia didática de Predizer, Interagir e Explicar (PIE) em atividades experimentais contextualizadas, podem contribuir para a aproximação dos aspectos teóricos e práticos vinculados ao componente curricular do Laboratório de Física III de um curso de Engenharia, em uma Universidade Federal do Sul do Brasil. A análise dos dados foi realizada à luz da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiuzzi (2016), utilizando como referencial teórico os pressupostos do entendimento de metacognição no campo educacional. Os resultados demonstram que a intervenção didática mediada por ferramentas metacognitivas oportunizou ganhos atitudinais para os alunos, repercutindo em autonomia e uso de estratégias metacognitivas na resolução dos problemas propostos.

Palavras-chave: atividades experimentais; ensino de Física; metacognição.

Abstract

This text reports the findings of a qualitative study conducted in the first semester of 2022, which aimed to investigate how metacognitive questionnaires, associated with the Predict, Interact, and Explain (PIE) didactic strategy in contextualized experimental activities, can contribute to narrowing the theoretical and practical aspects related to the Physics III laboratory curriculum component of an Engineering course at a Federal University in southern Brazil. Data analysis was carried out using Moraes and Galiuzzi's (2016) Discursive Textual Analysis (DTA), grounded in theoretical assumptions about understanding metacognition in the educational field. The results demonstrate that the didactic intervention mediated by metacognitive tools fostered attitudinal gains for students, enhancing autonomy and the use of metacognitive strategies in solving the proposed problems.

Keywords: experimental activities; Physics teaching; metacognition.

1 INTRODUÇÃO

Face aos avanços vertiginosos da tecnologia, a formação de novos engenheiros passou a ser mais um desafio para as universidades. Nunca tivemos acesso em tempo real a esse universo de informações que o mundo digital nos proporciona hoje. Para Prensky (2001), isso representa um momento sem volta para o desenvolvimento da humanidade.

As atividades experimentais, atividades práticas, atividade de laboratório, experimento, experimentação, embora a nomenclatura suscite diferenças em sua finalidade didática, tem sido, segundo Hodson (1988), improdutivas didaticamente, sugerindo uma reforma radical na forma como elas têm sido empregadas no ensino de Física. Todavia, as discussões sobre a improdutividade do modelo de aulas experimentais ganharam força, provocando alterações substantivas no modo como elas vinham sendo propostas e desenvolvidas. As discussões de Pinho-Alves (2000), por exemplo, contribuíram para que fosse esclarecido os objetivos e o papel dessas atividades no ensino de Física. A partir dessas discussões e considerando novos referenciais teóricos, especialmente vinculados a psicologia cognitiva, Dorneles (2010), Rosa (2011), Maman (2021), entre outros, concluíram que as atividades experimentais se apresentam como estratégia eficaz no ensino e na aprendizagem de Física. Tal identificação apoia-se na possibilidade que essas atividades oferecem de contato com o fenômeno, de reflexão sobre os princípios de funcionamento e da manipulação dos instrumentos, oportunizando ao indivíduo o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas e com isso de qualificação de sua formação.

No Ensino Superior ainda é possível identificar a forte predominância de um ensino pautado no ensino do Método Científico, como bem destacado por Pinho-Alves (2000). Entretanto, no caso do ensino de engenharia, identifica-se uma possibilidade de mudança a partir das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) das Engenharias, de 24 de abril de 2019, tornam obrigatório o uso das atividades experimentais. No Capítulo III, artigo 6º e § 1º, as DCNs tornam obrigatórias as “Atividades de laboratório, tanto as necessárias para o desenvolvimento das competências gerais quanto das específicas” (Brasil, 2019, p. 4). Ainda com relação às atividades experimentais, as mesmas DCNs determinam que “deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação” (Brasil, 2019, p. 4).

Para Gonçalves (2009), defender experimentos contextualizados significa ir além da estratégia de exemplificar os conteúdos por meio de uma experimentação ilustrativa. Com esse olhar, a escola passa a oportunizar espaços de desenvolvimento humano, considerando a aproximação nas discussões dos conteúdos com o mundo vivencial e cotidiano dos jovens (Dessen; Polonia, 2007). Para que a contextualização tenha significado, ela deve vir de uma necessidade trazida pelo estudante, seja de uma problemática oriunda do seu curso ou de sua vida pessoal. No ensino de engenharia, a experimentação possibilita trazer para o laboratório situações presentes no mundo em que os estudantes estão imersos, aproximando-os das ditas “situações de engenharia”.

Dessa forma, é preciso reconhecer a importância de incluir nos objetivos educacionais a promoção de outras dimensões, como é o caso da metacognição. Neste sentido, estudos como o de Santos e Rosa (2021) evidenciaram que as atividades experimentais no cenário internacional têm sido utilizadas como recurso didático no ensino de Ciências em diferentes níveis de escolarização. Além disso, o estudo aponta que as atividades investigativas associadas

a apresentação de situações-problema têm potencialidade para ativar pensamento metacognitivo.

Por metacognição entende-se o pensamento do próprio pensamento, ou seja, a capacidade que o sujeito tem de tomar consciência de seus próprios conhecimentos, planejando, monitorando e avaliando suas ações em prol de atingir um determinado objetivo. Estudos como o de Ribeiro (2003), Rosa e Meneses Vilagrà (2018), Rivera, Puente e Calderón (2020), apontam que o uso de estratégias metacognitivas qualificam a aprendizagem. Fadel, Biliak e Trilling (2016) destacam que o pensamento metacognitivo facilita a aprendizagem, sendo uma habilidade desejável à educação deste novo século. Sendo a metacognição de natureza reflexiva, ferramentas como as estratégias didática de Predizer, Interagir e Explicar (PIE) e os questionamentos metacognitivos (Rosa, 2011), são considerados como oportunos para que os estudantes tomem consciência e autorregulem suas ações em prol da potencialização da aprendizagem.

Tal identificação, levou a que se propusesse um estudo voltado a avaliar uma intervenção didática para aulas experimentais de Física - Eletromagnetismo em cursos de engenharia, pautada no PIE e nos questionamentos metacognitivos. O objetivo do estudo foi investigar como os questionários metacognitivos, associados à estratégia didática PIE em atividades experimentais contextualizadas, podem contribuir para a tomada de consciência e autorregulação da aprendizagem, bem como para a aproximação dos aspectos teóricos e práticos dentro do componente curricular do laboratório de Física III (Eletromagnetismo).

O presente texto trata de comunicar os resultados dessa investigação que foi realizada durante o primeiro semestre de 2022, com alunos das engenharias de uma Universidade Federal do Sul do Brasil. Os dados foram produzidos utilizando o questionário metacognitivo e o grupo focal, realizado ao final do curso, sendo analisados a partir da Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiuzzi (2016).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

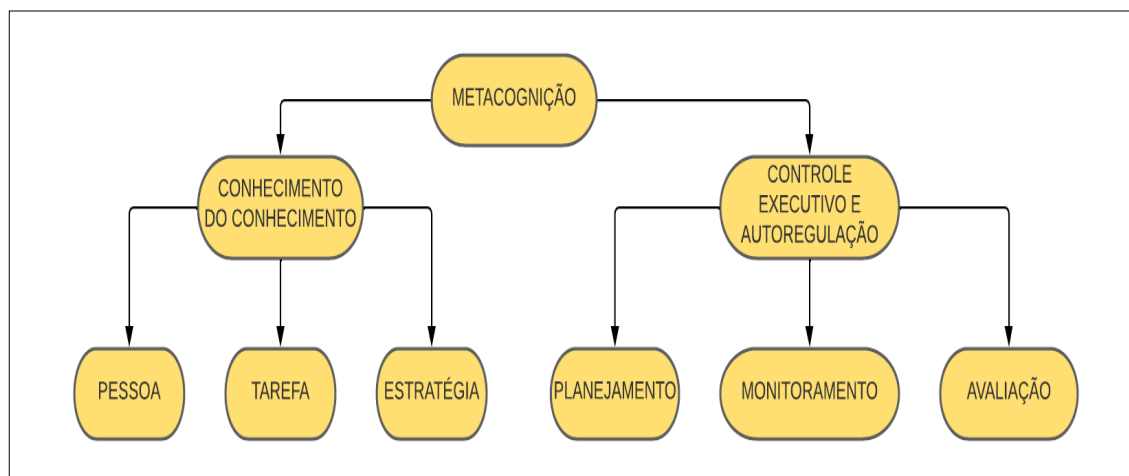
O prefixo “meta” nos remete a algo que está mais além, são exemplos os termos “metadados”, “metatexto”, entre outros. A palavra “metacognição” foi usada pelo psicólogo John Hurley Flavell na década de 1970 para explicar um conhecimento que o sujeito tem sobre os seus processos cognitivos. Esse entendimento foi explicitado por Flavell (1971) e definido em um capítulo de livro publicado em 1976. Com o aprofundamento das pesquisas, Flavell e seus contemporâneos, como a psicóloga americana Ann Brown (1978; 1987) e o psicólogo Henry Wellman (1977), ampliaram esse entendimento inicial. Tais discussões foram sistematizada na obra “Desenvolvimento Cognitivo” publicado por Flavell em conjunto com Miller e Miller (1999).

Embora, como explicitado por Zohar e Barzilai (2013), a metacognição tenha assumido diferentes entendimento ao longo dos anos, especialmente por ter sido utilizada em diferentes áreas do conhecimento, todas elas guardam entre si a definição apresentada por Flavell e associada a capacidade de identificar os próprios conhecimentos e de agir de acordo, a fim de obter êxito em determinado objetivo que é de natureza cognitiva.

O estudo de Boszko, Rosa e Delord (2022) apresenta um conjunto de modelos que surgem dessa definição e que tem sido operacionalizado no âmbito das estratégias de ensino e de aprendizagem em diferentes áreas. Dentre esses modelos está o trazido por Rosa (2011; 2014)

que foi proposto e investigado no contexto das atividades experimentais em Física e que é o modelo adotado no presente estudo. A Figura 1 ilustra o modelo apresentado pela autora.

Figura 1: Modelo para entendimento da metacognição



Fonte: Rosa (2014, p. 58).

A figura mostra que a metacognição está composta por duas componentes, o conhecimento do conhecimento (conhecimento metacognitivo) e o controle executivo e autorregulador (habilidades metacognitivas). Cada componente, está estruturada em três elementos metacognitivos. A primeira componente corresponde ao conhecimento que o sujeito tem em relação ao seu próprio conhecimento, estando relacionado ao conteúdo em si, as características dele enquanto aprendiz, aos conhecimentos que ele tem em relação a tarefa que deve ser realizada e a estratégia que a ação requer. Essa etapa que antecede a ação, oportuniza que o estudante olhe para si e reconheça suas fortalezas e seus limites em relação ao que está sendo proposto. A segunda componente, corresponde a ação executiva e requer do estudante a capacidade para planejar uma ação, monitorar o desenvolvimento das atividades e ao final proceder a uma avaliação sobre o realizado, de modo a verificar o caminho percorrido, as escolhas realizadas e a existência de outras possibilidades para alcançar o objetivo inicialmente traçado.

Para que esse movimento de pensamento seja efetivado é fundamental que o professor utilize em sua ação pedagógica, estratégias que oportunizem aos estudantes percorrer tais passos. Para Talim (2002), a responsabilidade da aprendizagem também cabe ao professor que, enquanto gestor desse processo didático, deve fazer escolhas que possibilitem aos estudantes alcançar seus objetivos. Neste sentido, se o professor julgar importante a ativação do pensamento metacognitivo, ele deverá provocar de forma explícita, levando seus estudantes a estruturar seu pensamento dessa forma. No contexto do presente estudo, isso foi realizado a partir do uso dos questionamentos metacognitivos propostos por Rosa (2011; 2014) e da estratégia PIE.

Os questionários metacognitivos incorporados ou não às atividades experimentais, têm por objetivo oportunizar uma parada para reflexão. Para a Rosa (2014), eles são ferramentas didáticas que se operacionalizam na forma de estratégias metacognitivas. Esses questionamentos oportunizam que os estudantes individualmente em seus grupos de trabalho, possam pensar sobre o realizado, sobre si e traçar ações que busquem alcançar o objetivo. No formato proposto por Rosa (2011; 2014), esses questionamentos são divididos em três

questionários, cada um representa uma parada ou um *pit stop* para a reflexão durante a realização de uma atividade que, no caso desse estudo, são as experimentais.

Rosa e Meneses Villagrà (2018) exploraram como futuros professores de Física percebem o uso da metacognição como estratégia de aprendizagem e de ensino e Maman (2021) pesquisou os roteiros guias integrados às atividades dos alunos de Engenharia na componente curricular de Física. Na literatura internacional a estratégia Predizer, Observar e Explicar (POE), proposta por Tao e Gunstone (1999) ou suas variantes encontram-se Okur, Güngör (2021), Costu e Bayram (2021), Banawi (2019), Guerrero, Griffin e Wiley (2020), Nawaz *et al.* (2020) e Vaara e Sasaki (2019).

Para Dorneles (2010, p. 101), a estratégia e Predizer, Interagir e Explicar (PIE) é uma adaptação da estratégia POE. A estratégia trazida por Dorneles (2010) é baseada no princípio clássico da pesquisa, partindo da formulação de hipóteses (Predizer) sobre um problema apresentado, passando pela realização do experimento ou discussão no grupo (Interagir) e concluindo com a comparação dos dados com vistas a confirmar as hipóteses iniciais ou corrigi-las, se for o caso, ou seja, proceder a explicação (Explicar).

Para Rosa (2014), ao enunciar hipóteses (Predizer), interagir e explicar, o estudante, com o seu grupo ou a partir dele, realiza uma construção social do conhecimento, partindo da necessidade do diálogo, debate e respeito mútuo do trabalho em equipe, saberes esses que extrapolam o ambiente da sala de aula.

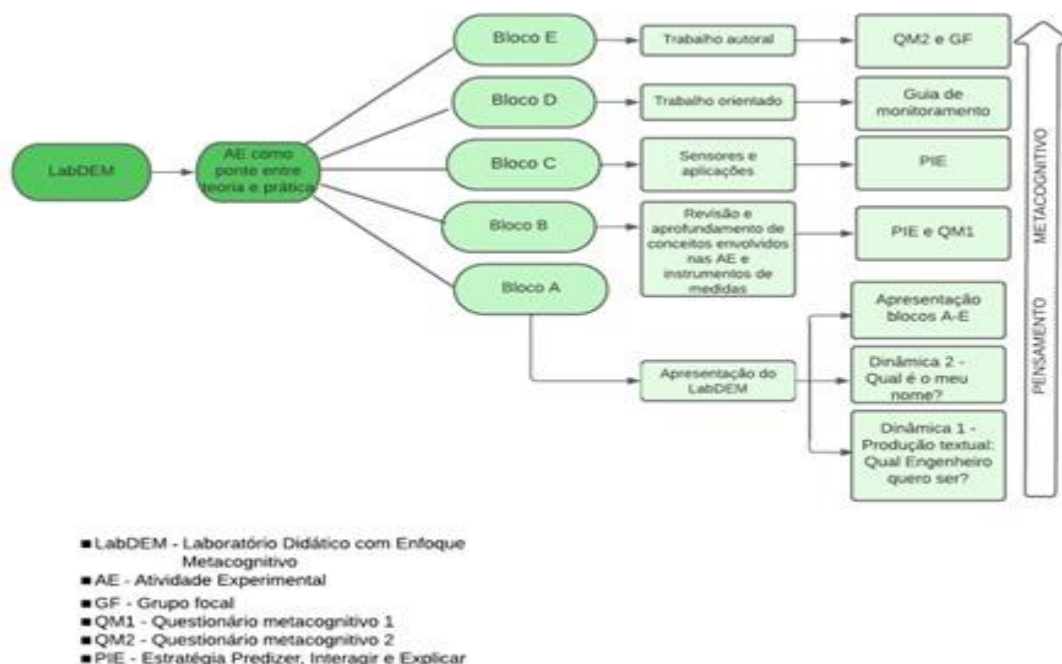
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo adota uma pesquisa qualitativa que, como expresso por Gil (2021, p. 15), busca “conhecer a essência de um fenômeno, descrever a experiência vivida de um grupo de pessoas, compreender processos integrativos ou estudar casos em profundidade”.

Participaram da pesquisa 30 universitários que cursaram a Componente Curricular de Laboratório de Física III (Eletromagnetismo) de uma Universidade Federal do Sul do Brasil, oriundos das Engenharias de Alimentos, Computação, Química, Energia e Produção, durante o primeiro semestre de 2022. A disciplina é prática e envolve uma carga-horário de 30 horas, dividida em encontros de 2 horas semanais. O estudo envolveu atividades estruturadas em 17 encontros de 2 horas aulas.

Dorneles, Araujo e Veit (2006), enfatizam que a Eletricidade é uma das áreas da Física que possuem mais estudos referentes às dificuldades de aprendizagem. Corroborando com isso, Paz (2007, p. 17) assevera que “dentre os conteúdos de Física que apresentam um grau maior de dificuldade de aprendizagem, comparado aos demais, está o Eletromagnetismo”.

As ferramentas metacognitivas enquanto estratégias para a aprendizagem, buscam aproximar aspectos teóricos e práticos do conteúdo, de modo a articular o pensamento com a ação. Nesta direção, o trabalho propõe a criação de um Laboratório Didático com Enfoque Metacognitivo (LabDEM), entendido como uma abordagem sequencial didática facilitadora da aprendizagem por meio da ativação do pensamento metacognitivo. Na Figura 2, é apresentado um resumo da estrutura do LabDEM.

Figura 2: Estrutura do LabDEM

Fonte: Autores (2023).

No LabDEM, a ementa do curso foi dividida em blocos (A ao E) com cargas horárias diferenciadas e relacionadas a complexidade do conteúdo e a sua efetiva utilização nos blocos posteriores. O bloco A é reservado às explicações da metodologia dos encontros e à metacognição. O bloco B é composto por experimentos envolvendo diversos componentes. O bloco C, por atividade de demonstração/apresentação de materiais, visto que os itens seriam pesquisados, para uso nos blocos de fechamento D e E. Esses últimos tiveram por objetivo oportunizar aos alunos trazer para dentro da sala de aula montagens alinhadas com seus cursos de origem ou de suas necessidades cotidianas. As atividades pré-aula foram disponibilizadas no ambiente Google Classroom® com vídeos curtos, listas de exercícios ou material para leituras prévias.

Foge ao escopo do artigo detalhar as atividades realizadas na proposta, todavia, cabe destacar que a seleção das atividades teve origem a partir do contexto das necessidades pessoais ou do curso de graduação a que os alunos estavam matriculados. Podemos citar como exemplo a construção do protótipo de uma estufa com controle de temperatura, irrigação automatizada, cafeteira controlada por incidência de luz solar, alimentador de ração automatizado para pequenos animais e projeto e construção de circuito de acionamento de carrinho didático com a possibilidade de marcha ré via relés eletromecânicos.

Como primeira produção de dados e relacionado a metacognição, foi apresentado um conjunto de perguntas aos estudantes que deveriam respondê-la por áudio. Essas perguntas começaram pela identificação do aluno e posteriormente pelos itens do Questionário Metacognitivo I (QM1) que estão vinculados aos elementos metacognitivos pessoa, tarefa e estratégias, oportunizando que cada participante tomasse consciência sobre seus próprios conhecimentos. O Quadro 1 apresenta as perguntas realizadas e que foram tomadas como dados produzidos no estudo.

Quadro 1: Orientações do QM1

Comece identificando-se com seu nome e curso, procure organizar sua fala utilizando explicações claras e objetivas sem omitir detalhes importantes para a compreensão de suas ideias, lembre-se de que existe um tempo mínimo para o áudio
Fale sobre qual tópico desse bloco de experimentos: montagem, simulação, medição ou cálculo, você percebe que teve maior dificuldade? A que atribui essa dificuldade?
Com relação à avaliação quais estratégias você utilizou para estudar e/ou para resolver as questões? A partir da sua nota, você identifica que suas estratégias precisam ser alteradas
Em sua opinião, as questões apresentadas na avaliação estavam alinhadas com as tarefas executadas em sala de aula?

Fonte: Autores, (2023).

No Quadro 2 temos as questões que constituíram o grupo focal realizado com os participantes.

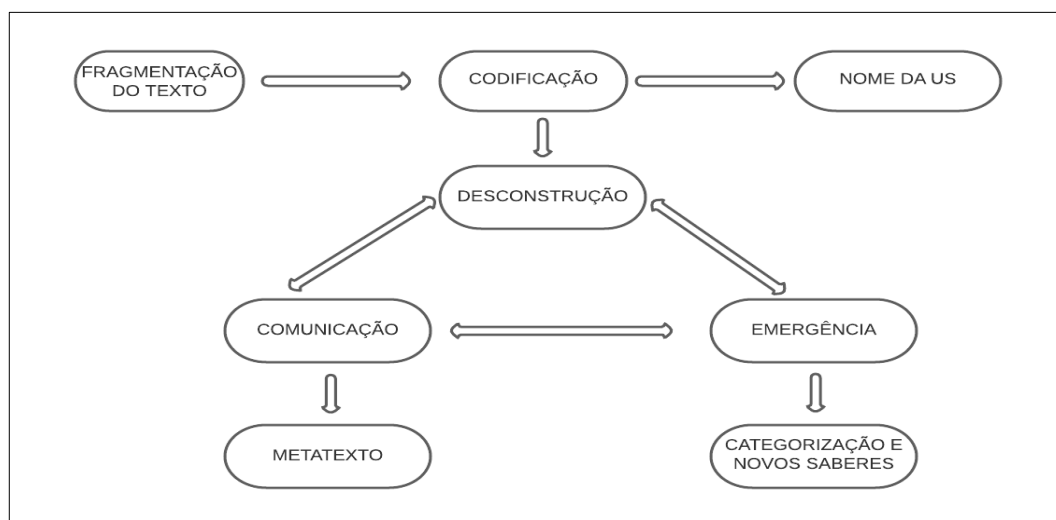
Quadro 2: Questões norteadoras do grupo focal

Fale um pouco sobre sua carreira acadêmica.
Como foi a sua participação na Componente Curricular?
Como foi a sua interatividade dentro do grupo?
Se a avaliação fosse oral seria melhor ou pior?
Em sua opinião é possível estabelecer link com o mundo do trabalho ou com outras Componentes Curriculares?
Dentro do grupo e em sala de aula houve oportunidade de vocês expressarem suas opiniões?
Na sua visão, é viável a forma como foi conduzido o curso atendendo ao previsto na Ementa do curso?

Fonte: Autores (2023).

O grupo focal realizado no encontro final teve por objetivo identificar a presença dos elementos metacognitivos relativos ao controle executivo e autorregulação, bem como a percepção, engajamento e motivação dos alunos face à metodologia utilizada. Para Gatti (2005, p. 11), “o trabalho com grupos focais permite compreender processos de construção da realidade por determinados grupos sociais, compreender práticas cotidianas, ações e reações a fatos e eventos”.

Os dados produzidos pelos instrumentos relativo ao áudio e ao grupo focal foram transcritos na íntegra, analisados e categorizados utilizando-se a Análise Textual Discursiva (ATD), a partir dos estudos de Moraes e Galiazzi (2016). Para esses autores a ATD, com seus procedimentos cíclicos, considera o sujeito, suas subjetividades e experiências vividas como ponto de partida para um aprofundamento na essência da criatura. A Figura 3 sintetiza esse movimento cíclico.

Figura 3: Ciclo da análise textual discursiva

Fonte: Moraes; Galianzi (2016, p. 63). Adaptado.

Na etapa de desconstrução, aplicada aos textos transcritos, foram atribuídos códigos às falas significantes dos alunos, essas falas constituíram as Unidades de Significado (US). Esse código deverá ser capaz de identificar as unidades de significados (US) e os textos originais onde estão localizadas. Moraes e Galianzi (2016, p. 71) afirmam que “a construção das unidades de significado representa um movimento e interpretação dos textos, uma leitura rigorosa e aprofundada”. Como exemplo, a US QM1AN5713 se refere ao instrumento de dados QM1, AN ao aluno do turno da noite, 57 corresponde ao número sequencial da fala no texto e 13, código atribuído ao aluno buscando preservar a sua identidade. Da mesma forma o código GFAT4007 se refere ao instrumento grupo focal, AT se relaciona ao aluno do turno da tarde, 40 corresponde ao número sequencial da fala e 07, o código atribuído ao aluno. Da análise dos textos transcritos de ambos os instrumentos resultaram 166 US.

Referindo-se à etapa de emergência, Moraes e Galianzi (2016) falam, entre as operações estão a explicitação das categorias e das relações entre elas (Moraes; Galianzi, 2016, p. 71). O Quadro 3 parte das categorias iniciais formadas a partir das US, mostrando um exemplo de como se constituíram as categorias intermediárias e finais.

Quadro 3: Exemplo de formação das categorias

Código da categoria inicial	Parágrafo síntese da categoria	Categoria intermediária	Categoria Final
QM_1	Os desafios para a aprendizagem na etapa de montagem das atividades	Identificando os requisitos para o cumprimento de uma tarefa	O LabDEM propicia a tomada de consciência dos requisitos e recursos necessários ao cumprimento das atividades
GF_56	Reconhecendo a utilização das vídeoaulas como recurso didático no processo de aprendizagem	A busca de estratégias por uma aprendizagem eficaz	

GF_44	Estimando o número adequado de membros no grupo para uma aprendizagem eficaz	A interação como um caminho para autonomia e a autorregulação da aprendizagem	As atividades experimentais do LabDEM utilizadas como estratégia didática para o desenvolvimento das habilidades executivas e autorreguladoras
GF_62	Percebendo e monitorando o ambiente de sala de aula	A interação como um caminho para autonomia e a autorregulação da aprendizagem	

Fonte: Autores (2023).

As diferentes US foram aproximadas por semelhança, reorganizadas, categorizadas, resultando em 62 categorias iniciais, das quais 34 correspondentes ao QM1 (QM1_1 ao QM1_34) e 28 categorias correspondentes ao grupo focal (GF_35 ao GF_62). Partindo das semelhanças entre diferentes categorias iniciais, essas foram agrupadas dando origem a 10 categorias intermediárias e essas, por sua vez, finalizando a etapa de emergência, em um novo processo de reagrupar por semelhança, deram origem a duas categorias finais.

A etapa de comunicação é concretizada na produção de um novo texto, um metatexto, que tem por objetivo transmitir os novos conhecimentos alcançados a partir das etapas anteriores. Para Moraes e Galiazzi

Inicialmente leva-se o sistema até o limite do caos, desorganizando e fragmentando os materiais textuais da análise. A partir disso, é possibilitada a formação de estruturas de compreensão dos fenômenos sob investigação, expressas então em forma de **produções escritas** (2016, p. 68, grifo nosso).

Assim, o metatexto, grifado na citação, foi produzido na seção de discussão e resultados, a partir de duas categorias finais: O LabDEM propicia a tomada de consciência dos requisitos e recursos necessários ao cumprimento das atividades; e, as atividades experimentais do LabDEM utilizadas como estratégia didática para o desenvolvimento das habilidades executivas e autorreguladoras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estão discutidos a partir das duas categorias anunciadas anteriormente, em que uma delas foca na tomada de consciência dos estudantes e outra na ação executiva desenvolvida por eles.

4.1 O LABDEM COMO TOMADA DE CONSCIÊNCIA

A primeira categoria final resultante da etapa de emergência evidencia a tomada de consciência pelo estudante dos elementos pessoa, tarefa e estratégia, como integrante da componente do Conhecimento Metacognitivo, seguindo o mencionado por Flavell (1979) e destacado por Rosa (2011). Encontramos evidências desses elementos pessoa, tarefa e estratégia, respectivamente nas US QM1AN6516, QM1AN1604 e QM1AN2405.

Usei muito dos conhecimentos que já tenho sobre física e elétrica, já é algo que eu vinha trabalhando, sobre eletrônica é uma coisa que tenho facilidade em usar (QM1AN6516).

E isso ocorreu pelo fato de eu não estar utilizando o simulador apresentado em aula pelos professores. A partir do momento que eu comecei a utilizar o simulador tudo começou a fazer mais sentido, certo! Inclusive os outros tópicos posteriores. Eu comecei a montar os circuitos referentes aos exercícios aplicados em aula (QM1AN1604).

Eu utilizei o roteiro de estudos no qual foi disponibilizado pelos professores e as questões eu resolvi de acordo com os exemplos e também utilizando a simulação para um melhor entendimento no caso (QM1AN2405).

Sobre a consciência e sua importância nos estudos contemporâneos, Pozo, diz:

Durante muitos anos, a consciência não esteve em lugar nenhum, ao menos no discurso científico, já que nem sequer esteve presente na psicologia cognitiva, pela qual era considerada um processo casualmente ineficaz para explicar a natureza de nossas representações. Nos últimos anos, no entanto, essa consciência está despertando, está se assumido que o sistema cognitivo humano não é apenas um complexo e sutil mecanismo para adquirir e armazenar representações, mas que, ao contrário de outros sistemas de conhecimento meramente mecânicos, também é capaz de adquirir consciência de si mesmo, de regular sua própria atividade e de refletir sobre suas próprias produções (2008, p. 157).

Rosa, referindo-se ao entendimento inicial de Flavell (1976), ao destacar a relação de tomada de consciência com a metacognição, argumenta que:

A metacognição estaria limitada à tomada de consciência do estudante sobre seus conhecimentos, sendo, pois, influenciada por aspectos afetivos e suas experiências [...] estaria atrelada a reflexão dos estudantes sobre conhecimentos e ao seu sentimento em relação à atividade e à estratégia que deverá utilizar (2014, p. 20).

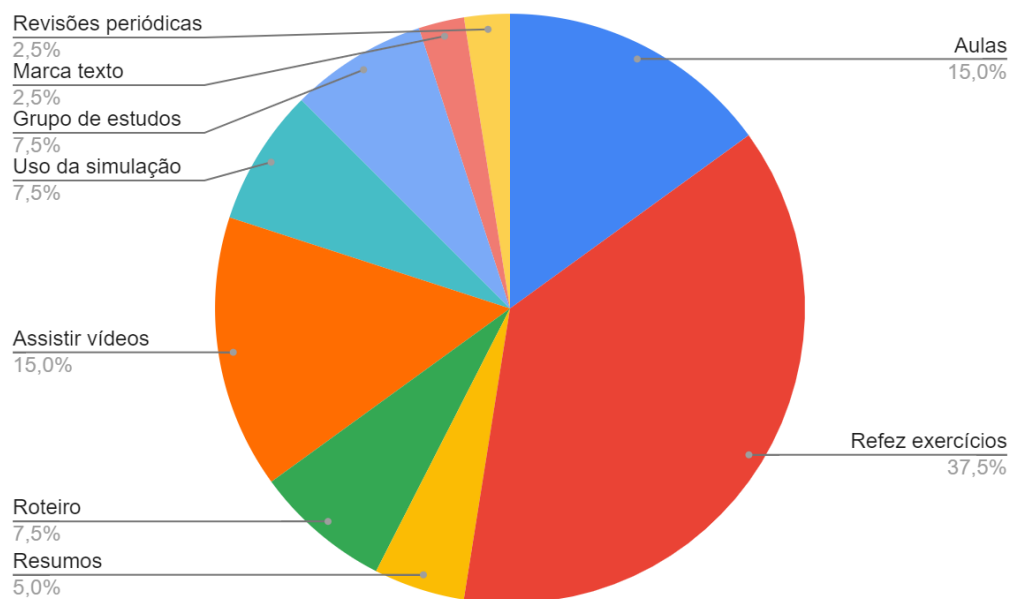
Os excertos que compõem as US GFAN3704 e GFAN1307 evidenciam a tomada de consciência sobre as práticas de laboratório com pouco ou nenhum significado para o aluno e carentes de um contexto associado às atividades.

Nos outros laboratórios eu não sei se mudaram, mas era por exemplo, a gente chegava lá e estava pronto o que tinha que fazer, a gente só fazia (GFAN3704).

O nosso curso pelo menos tem muito laboratório no final, o que é muito maçante, por que toda semana a gente tem que entregar relatório, entregar alguma coisa, um trabalho, uma planilha, e aqui não tinha que fazer toda semana, a gente estava trabalhando durante as semanas no mesmo projeto que tinha um significado, tinha várias coisas envolvidas nele, mas a gente estava trabalhando nele durante um bom tempo e aí não era tão cansativo (GFAN1307, grifo nosso).

O grifo na US GFAN1307 permite perceber a carência de desafio das atividades experimentais na visão do aluno. Com relação a esses desafios que as atividades devem provocar, Rosa (2014, p. 22) diz que: “ativar o pensamento metacognitivo é proporcionado pelo desafio de uma atividade e por aquilo que conduzirá o estudante a sua execução”.

Executar atividades pressupõe selecionar estratégias e dentre as elencadas pelos estudantes em suas falas, temos um grupo delas com percentuais abaixo de 10%, como é o caso do expresso no gráfico da Figura 4.

Figura 4: Estratégias indicadas pelos estudantes de acordo com sua preferência

Fonte: Autores (2023)

O destaque ficou por conta da preferência dos estudantes por refazer listas de exercícios. A US QM1AN3007 evidencia essa escolha:

Fiz a lista de exercício que ela me ajudou bastante, porque às vezes os professores em outras cadeiras é o fato dele não passarem exercício para os alunos tentar fixar os conteúdos que estão aprendendo e também ele tem que ter uma ideia de como mais ou menos vai ser o conteúdo cobrado em prova.

Coleoni e Buteler (2009) afirmam que os alunos aprenderem por meio da imitação a um especialista não está restrito às habilidades metacognitivas, mas podem ser encontrados em relação à atividade de resolução de problemas em geral. Assim que ao refazer os exercícios de sala de aula ou listas de exercícios, o sujeito busca internalizar, tomar consciência do processo de como ocorre essa construção. O estudante parte de um recurso cognitivo, o refazer, repetir, na expectativa que isso lhe permita perceber “o como se dá” a aprendizagem. Embora se tenha o risco de ser apenas uma imitação, o refazer pode levar a consciência metacognitiva a partir do momento em que ele revisando algo percebe incoerências de compreensão ou lacunas de conhecimento, como descrito por Otero e Rosa (2023).

Rosa e Ghiggi (2017), analisaram possibilidades de resolução de problemas a partir do uso de estratégias metacognitivas. No estudo as autoras inferem que ofertar diferentes estratégias oportuniza ao estudante a tomada de decisão frente ao desafio apresentado. Esse processo permite evocar o pensamento metacognitivo, visto que demanda uma ação reflexiva por parte do estudante. Escolher estratégias que melhor se ajustam a demanda ou ao objetivo a ser alcançado, pode ser um exercício de pensar sobre o que se sabe, que conhecimentos dispõe e qual a opção que melhor se ajusta a atividade. Isso é trazido pelos autores da metacognição como um conhecimento metacognitivo ou conhecimento de que conhecimentos possui.

Prensky (2001), por sua vez e referindo-se ao uso da estratégia de estudo por vídeo, explica que esse recurso permite ao aluno parar, adiantar, rever, navegando pelo vídeo. Essa atitude está alinhada com a geração dos nativos digitais, suas formas de estudo, no mundo do trabalho e nas interações sociais. Em relação ao pensar metacognitivo, a possibilidade de parar,

retomar, assistir várias vezes, possibilita que os estudantes tenham mais controle e monitorem seu próprio conhecimento, uma ação tipicamente metacognitiva como anunciado por Nelson e Narens (1994). Soares (2022) mostrou que a gravação de vídeos explicando o conteúdo, também pode ser uma estratégia metacognitiva, à medida que os estudantes têm a oportunidade de gravar várias vezes, podendo perceber lacunas de compreensão, uma ação de monitoramento e controle metacognitivo.

Portanto, em se tratando de ações de consciência metacognitiva, as atividades desenvolvidas mostraram por meio do uso dos questionamentos e do grupo focal que os estudantes podem evocar o pensamento metacognitivo, exercitando esse modo de pensar antes, durante e depois da atividade.

4.2 AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LABDEM VOLTADAS AS HABILIDADES METACOGNITIVAS

A segunda categoria final, abordou a perspectiva do desenvolvimento das habilidades executivas e a autorregulação da aprendizagem, estando alinhada com os elementos metacognitivos planejamento, monitoramento e avaliação como anunciados por Brown (1978; 1987) e trazidos por Rosa (2011).

Eu já tinha visto ela com sensor de voz né, da Alexa eu achei interessante, daí eu passei para o grupo e a gente até teve outras ideias, mas no final foi essa (GFAT2001).

Acho que está num nível bom, não fica muito pesado para nós, mesmo a gente tendo que se dedicar bastante porque a maioria dos trabalhos teve que ter uma pesquisa um estudo teve que elaborar trabalhos, então eu acho que está num nível legal de acompanhar a cadeira. Não fica muito pesado (GFAT3501).

Eu acho que todos os trabalhos na verdade eu acho que essa disciplina tem muito a ver com a realidade, a questão do trabalho em grupo, mas principalmente o que vimos aqui está lá no dia a dia (GFAN3207).

Na US GFAT2001, o aluno refere-se a como ocorreu a escolha da atividade a ser proposta e a busca pelo consenso dentro do grupo. Na US GFAT3501, posiciona-se demonstrando habilidade de monitorar, comparando a quantidade de atividade frente ao tempo disponível para sua execução. E, na US GFAN3207, é validado a metodologia proposta pela Componente Curricular a partir da constatação de que são conhecimentos significantes que podem ser transferidos ao seu contexto de vida.

Sobre a autorregulação da aprendizagem, Ganda e Boruchovitch (2018), corroboram com Rosa (2011), ao afirmarem que a autorregulação é um “processo de autorreflexão e ação no qual o aluno estrutura, monitora e avalia o seu próprio aprendizado, estando associado a melhor retenção do conteúdo e desempenho acadêmico”. Na perspectiva metacognitiva, essa autorregulação refere-se à capacidade de controlar as ações em prol de um objetivo, sendo capaz de prever, analisar, gestar e verificar cada passo.

O desenvolvimento de habilidades ou o saber fazer, ao qual se refere Delors *et al.* (1996), está relacionado com o tempo de prática como todo o aspecto relacionado à atividade técnica. Grendene (2007), após analisar o trabalho de Gobet, Voogt e Retschitzki (2004) sobre a aquisição de habilidades por enxadrista, conclui que: “existem cada vez mais indícios de que a expertise não é inata, mas adquirida. Portanto, pressupõe-se que há um desenvolvimento de habilidades metacognitivas”. Chi, Glaser e Ress (1982) denominam de “experts” alunos que têm facilidade de evocar o pensamento metacognitivo e acabam atingindo seus objetivos com

maior êxito, inclusive os de aprendizagem. Esses diferem dos denominados “novatos” que são aqueles que estão em processo, mas que ainda não se organizam de forma a recorrer a pensamento metacognitivos e acabam apresentando mais dificuldades para atingir seus propósitos.

Com relação aos elementos metacognitivos, percebe-se que eles aparecerem nas falas dos participantes, ainda que em alguns casos de forma tímida. Sobre a planificação, o estudo de Maman (2021) chamou a atenção para a dificuldade que os alunos apresentam em planejar suas ações. Todavia, esse planejamento se fez presente nas atividades como pode ser visualizado na US GFAN 1805: *“nosso grupo pelo menos foi mais ou menos do que elas disseram quatro pessoas no máximo participaram, outros já começaram a ficar de fora do processo”* e na US GFAN2003: *“A gente fez assim também, a gente conversava durante a aula ou no grupo no WhatsApp, eu vou fazer tal coisa tu faz tal coisa, mas nós não chegamos a marcar reunião fora do horário”*. Para Rosa e Ghiggi (2017), o sujeito planeja quando expõe suas estratégias, quando se posiciona ou busca caminhos para atingir seus objetivos de forma deliberativa e consciente. Pozo (2008) relaciona o ato de planejamento metacognitivo à fixação de metas e meios ou estratégias para alcançar os objetivos. Rosa e Pinho Alves (2014) consideram que o planejamento metacognitivo é evocado também quando os alunos discutem os melhores caminhos para a execução de uma atividade.

Com relação ao monitoramento do seu processo de aprendizagem, os participantes manifestaram em suas falas, ações de permitem mostrar a sua presença, embora o estudo de Rosa (2011) tenha apontado ser esse movimento de pensamento difícil para os estudantes. A US GFAN3903 mostra que: *“estava cada no seu grupo tentando montar o seu projeto, não era eu do meu grupo lá no grupo dos guris conversando cada um estava no seu grupo tentando montar o seu projeto”*. O estudante expressa sua noção de tempo, comprometimento com a tarefa indicando a sua atenção no controle no processo de execução. Para Rosa, Rosa e Darroz (2014), monitoração consiste em “controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, percebendo os erros e corrigindo-os, se necessário”. O estudante, imerso no processo, é capaz de fazer a si mesmo e aos demais integrantes do grupo perguntas do tipo: Como procedemos até aqui? Por que estamos estudando este assunto? Por que estamos realizando essa atividade? Continuando desta forma, vamos atingir os objetivos?

Neste cenário, o grupo ou a equipe, a partir de suas interações sociais, oportunizam o controle e autorregulação do processo metacognitivo de aprendizagem do indivíduo, o aprofundamento dos níveis de consciência pela reorganização das estruturas internas e a troca de saberes (Saladini, 2008). O estudo de Mota *et al.* (2024) mostrou que as interações em grupos de trabalho desenvolvendo atividades experimentais são capazes de promover manifestações metacognitivas que são compartilhadas entre os participantes, induzindo a que o grupo pense desta forma. O ato de monitorar a própria compreensão e a ação em desenvolvimento é destacado pelos autores como uma prática que pode ser compartilhada socialmente, levando a que qualifique a ação e, por consequência, contribua para a aprendizagem.

Por fim, tem-se a análise da presença do elemento metacognitivo “avaliação” que foi caracterizado nas atividades por perguntas do tipo: consegue descrever o que e como realizou a atividade? Tem consciência do conhecimento adquirido com a realização da atividade? Nas falas dos estudantes, é possível perceber que ao final da atividade eles realizaram esse movimento de pensar sobre o realizado, como identifica-se na US GFAT1102: *“Hoje sim, mas no começo não fazia nem ideia, não sabia nem o que era um protoboard, acho que vai contribuir muito nas próximas cadeiras”*. Também no excerto da US GFAT2706: *“acho que pelo menos quando tive aqui a gente estava fazendo prática eu postei algo no instagram e eu*

explicava, eu começava a explicar o que eu sabia”. Rosa (2014, p. 40) nos diz que: “A avaliação representa o olhar crítico sobre o que se fez na forma de autocontrole”. Para Rosa, Rosa e Darroz (2014) no contexto escolar avaliar representa o ponto em que os estudantes retomam o realizado e podem avaliar a aprendizagem com o intuito de identificar como a realizaram.

Posto esse cenário exemplificado com diferentes falas, fica evidente por meio da identificação dos elementos metacognitivos associadas as habilidades de planejar, monitorar e avaliar, a presença de um pensar sobre o modo como os estudantes estão realizando a ação. Esse modo de pensar pressupõe um mecanismo de autorregulação que exerce um controle de pensamento e de ações, e que é favorecedor de uma reflexão e de ganhos cognitivos, como requer uma atividade experimental associada à Física.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após discorrer sobre a metodologia e análise dos dados resultantes deste trabalho, fica evidente nas unidades de significado, constituídas pelas falas dos estudantes, que a forma como foi conduzida a pesquisa se diferencia de um processo didático que busca a aprendizagem por memorização. A ação didática proposta oportunizou por meio dos questionamentos e do grupo focal ativar pensamento metacognitivo e com isso exercer uma reflexão sobre cada ação, bem como ser consciente e deliberar sobre cada passo.

Outro aspecto relevante, já evidenciado pela literatura, é que a atividade experimental como atividade demonstrativa ou com roteiros prontos, que tem por função comprovar princípios teóricos anteriormente estudados, pode funcionar como estratégia de motivação, de engajamento temporário do aluno, mas se não estabelecer ligações com o contexto de vida do estudante, pouco oportunizará significação e transferência dessas aprendizagens a novos contextos pessoais ou profissionais.

Considerando que o componente curricular de Laboratório de Física III (Eletromagnetismo), é obrigatório às Engenharias, o LabDEM na forma como desenvolvida no estudo, oportunizou uma conexão com as demandas pessoais ou de cada curso trazidas pelos alunos, possibilitando ressignificação das atividades experimentais dentro dos laboratórios do ensino de Física. Essa abordagem se alinha com as novas DCNs das Engenharias, à medida que instiga o pensamento metacognitivo durante a atividade; promove o desenvolvimento das habilidades sociais e de comunicação; consolida as aprendizagens e o desenvolvimento de novos conceitos pela prática de atividades experimentais; prioriza a contextualização e a transferência de aprendizagens e o aprender a aprender (Brasil, 2019).

Ao professor cabe o papel de mediar e propor esses diferentes cenários, estratégias e ferramentas didáticas que permitam ao aluno refletir sobre seu processo de aprendizagem. Nesse sentido, o LabDEM apresenta-se como um instrumento didático que oportuniza espaço para a crítica, a discussão, o refazer, o gerenciar conflitos, como partes do processo de aprendizagem e do evocar o pensamento metacognitivo, oportunizando o estabelecimento de bases para uma aprendizagem que aproxime aspectos teóricos e práticos, potencializando a qualificação do egresso e sua inserção no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- BANAWI, A.; SOPANDI, W.; KADAROHMAN, A.; SOLEHUDDIN, M. Prospective Primary School Teachers' Conception Change on States of Matter and Their Changes through Predict-Observe Explain Strategy. **International Journal of Instruction**, v. 12, n. 3, p. 359-374, 2019.
- BOSZKO, C.; ROSA, C. T. W.; DELORD, G. C. C. Metacognição: entendimento e modelos. In: ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M. **Cognição, linguagem e docência: aportes teóricos**. Cruz Alta: Ilustração, 2022. p. 35-62.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES 2/2019**. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de abril de 2019, Seção 1, p. 43 e 44.
- BROWN, A. L. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: GLASER, R. (Ed.). **Advances in instructional psychology**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, v. 1. 1978. p. 77-165.
- BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. H. (Eds.). **Metacognition, motivation and understanding**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 65-116.
- CHI, M. T.; GLASER, R.; REES, E. Expertise in problem solving. In: STERNBERG, R. J. (Ed.). **Advances in the psychology of human intelligence**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, v. 1. 1982. p. 7-75.
- COLEONI, E.; BUTELER, L. Students thinking during physics problem solving: identifying the resources with which they learn. **Journal of Science Education**, v. 10, n. 1, p. 10-14, 2009.
- COŞTU, F.; BAYRAM, H. The Effectiveness of Predict-Explain-Observe-Discuss-Explain (PEODE) Based Laboratory Works Activities on Pre-Service Science Teachers' Science Process Skills. **Mimbar Sekolah Dasar**, v. 8, n. 1, p. 21-40, 2021.
- DELORS, J.; MUFFI, I. A.; AMAGI, I. *et al.* **Educação: um tesouro a descobrir**, relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Tradução Guilherme João de Freitas Teixeira, Paris: Unesco, 1996.
- DESSEN, M. A.; POLONIA, A. C. A Família e a Escola como contextos de desenvolvimento humano. **Paidéia**, v. 17, p. 21-32, 2007.
- DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais com recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral**. 2010, 367f. Tese (Doutorado em Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.
- DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I-circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, p. 487-496, 2006.
- FADEL, C.; BILIAK, M.; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões: as competências que os estudantes precisam ter para atingir sucesso**. Trad. Lilian Bacich. São Paulo: Instituto Ayrton Sena, 2016.
- FLAVELL, J. H. First discussant's comments: what is memory development the development of? **Human Development**, New York, v. 14, n. 4, p. 272- 278, 1971.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.
- FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, L. B. (Ed.). **The nature of intelligence**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1976. p. 231-236.

- FLAVELL, J. H.; MILLER, Patricia H.; MILLER, Scott A. **Desenvolvimento cognitivo**. Trad. Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
- FLAVELL, J. H.; WELLMAN, H. M. Metamemory. *In*: KAIL, R. V.; HAGEN, J. W. (Eds.). **Perspectives on the development of memory and cognition**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977, p. 3-33.
- GANDA, D. R.; BORUCHOVITCH, E. A autorregulação da aprendizagem: principais conceitos e modelos teóricos. **Psicologia da Educação**, n. 46, p. 71-80, 2018.
- GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas**. Brasília. Líber Livro, 2005.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2021.
- GOBET, F.; RETSCHITZKI, J.; VOOGT, A. **Moves in mind: The psychology of board games**. Psychology Press, 2004.
- GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de Química**. 234f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- GRENDENE, M. V. C. **Metacognição: uma teoria em busca de validação**. 53 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- GUERRERO, T. A.; GRIFFIN, T. D.; WILEY, J. How do predictions change learning from science texts? **Grantee Submission**, 2020. p. 1-12.
- GUIMARÃES, L. P.; CASTRO, D. L. Lavoisier e a experimentação demonstrativa investigativa: uma estratégia didática envolvendo o ensino da lei de conservação das massas. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, p. 200-214, 2019.
- HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.
- MAMAN, A. S. **Uso de recursos experimentais e computacionais para o desenvolvimento do pensamento metacognitivo no ensino de Física**. 2021. 171f. Tese (Doutorado em Ensino) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2021.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2016.
- MOTA, A. R.; SILVA, F. C.; ROSA, C. T. W.; SASSERON, L. H. Estações laboratoriais como promotoras da mobilização de práticas epistêmicas e manifestações metacognitivas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 29, n. 2, p. 515-538, 2024.
- NAWAZ, S.; KENNEDY, G.; BAILEY, J.; MEAD, Chris. Moments of Confusion in Simulation-Based Learning Environments. **Journal of Learning Analytics**, v. 7, n. 3, p. 118-137, 2020.
- NELSON, T. O.; NARENS, L. Why investigate metacognition. *In*: METCALFE, J.; SHIMAMURA, A. P. (Orgs.). **Metacognition: Knowing about knowing**. Cambridge: ABB, 1994. p. 1-25.
- OKUR, M.; GÜNGÖR S. H. Determination of Pre-Service Science Teachers' Conceptual Understandings about the “Solutions: Dissolving/Melting” with Predict-Observe-Explain Technique. **International Journal of Progressive Education**, v. 17, n. 3, p. 381-396, 2021.
- OTERO, J.; ROSA, C. W. Metacognición en el aprendizaje de las ciencias: saber lo que no se sabe o no se comprende. **Educación e Pesquisa**, São Paulo, v. 49, p. e250081, 2023.
- PAZ, A. M. **Atividades Experimentais e Informatizadas: contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo**. 2007, 228 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

- PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.
- PINHO-ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2008.
- PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 2: do they really think differently? **On the Horizon**, v. 9, n. 6, p. 1-6, 2001.
- RIBEIRO, C. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003.
- RIVERA, E. M. C.; PUENTE, S. M.; CALDERÓN, L. A. R. Diseño y aplicación de estrategias metacognitivas para mejorar la comprensión lectora en estudiantes de secundaria. **Ciências Sociais y Educación**, v. 9, n. 17, p. 203-231, jul. 2020.
- ROSA, C. T. W. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. 2011. 346 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- ROSA, C. T. W. **Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação**. Passo Fundo: Ed. UPF, 2014.
- ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M.; ROSA, A. B. A Ação Didática Como Ativadora do Pensamento Metacognitivo: a análise de um episódio fictício no ensino de Física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 3-22, 2014.
- ROSA, C. T. W.; GHIGGI, C. M. Monitoramento e controle metacognitivo na resolução de problemas em Física: análise de um estudo comparativo. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 105-125, 2017.
- ROSA, C. T. W.; GHIGGI, C. M. Resolução de problemas em Física envolvendo estratégias metacognitivas: análise de propostas didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 31-59, 2018.
- ROSA, C. T. W.; MENESES VILLAGRÁ, J. A. Metacognição e ensino de física: revisão de pesquisas associadas a intervenções didáticas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 18, p. 581-608, 2018.
- ROSA, C. T. W.; SANTOS, A. C. T. Metacognição e as Atividades Experimentais em Ciências: análise da produção em periódicos estrangeiros. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. 1-24, 2021.
- ROSA, C. W.; PINHO-ALVES, J. P. Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em Física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 61-81, 2014.
- SALADINI, A. C. Da ação à reflexão: o processo de tomada de consciência. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, v. 1, n. 2, p. 31-54, 2008.
- SHULMAN, L. S.; TAMIR, P. Research on teaching in the natural sciences. In: TRAVERS, Robert Morris William. **Second handbook of research on teaching**. Chicago: Rand McNally, 1973. p. 1098-1148.
- SOARES, C. D. **Sei o que sei e o que não sei? O potencial metacognitivo associado à utilização de vídeos curtos em aulas de Física**. 2022. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.
- TALIM, S. L. Análise dos resultados do sistema Mineiro de Avaliação da escola pública – Resultados de Física. In: SOARES, J. F. (Org.). **SIMAVE- Avaliação continuada 2001-2002: Física**. Belo Horizonte: Grupo de Avaliação e Medidas Educacionais (GAME), 2002, v. 1, p. 23-89.

TAO, P. K.; GUNSTONE, R. F. The process of conceptual change in force and motion during computer supported physics instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 7, p. 859-882, 1999.

VAARA, R. L.; SASAKI, D. G. Teaching kinematic graphs in an undergraduate course using an active methodology mediated by video analysis. **LUMAT: International Journal on math, science and technology education**, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2019.

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