



**MANIFESTAÇÕES DE PENSAMENTO METACOGNITIVO EM ESTUDANTES DE ENGENHARIA:
ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA**

*Manifestations of metacognitive thinking in Engineering students: analysis of a didactic intervention
in Physics teaching*

Andréia Spessatto de Maman [andreiah2o@univates.br]

*Centro de Ciências Exatas e Engenharias
Universidade do Vale do Taquari - Univates
Avenida Avelino Talini, 171, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil*

Lidiane Brock [lidiane.brock@univates.br]

*Bolsista de Iniciação Científica - FAPERGS
Universidade do Vale do Taquari - Univates
Avenida Avelino Talini, 171, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil*

Italo Gabriel Neide [italo.neide@univates.br]

Maria Madalena Dullius [madalena@univates.br]

Marli Teresinha Quartieri [mtquartieri@univates.br]

*Programa de Pós-Graduação em Ensino e em Ensino de Ciências Exatas
Universidade do Vale do Taquari - Univates
Avenida Avelino Talini, 171, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil*

Resumo

Na atualidade, a educação enfrenta o desafio de ensinar os estudantes a buscar o conhecimento, desenvolvendo mecanismos que favoreçam a aprendizagem e a autonomia do estudante. Nesse sentido, entende-se que estratégias didáticas que promovam o pensamento metacognitivo podem promover melhorias nos processos de ensino e aprendizagem. O objetivo deste trabalho é analisar como um roteiro guia de atividades propiciou momentos de manifestações de pensamento metacognitivo destes estudantes de engenharia. Para isso, foi desenvolvida uma proposta didática em sala de aula, onde em grupos, os estudantes trabalharam para solucionar as situações problemas apresentadas no roteiro guia, utilizando recursos experimentais e tecnológicos. Para a coleta de dados, foi realizado registro de áudio e em diário de campo pelas pesquisadoras, além do questionário metacognitivo aplicado ao final da atividade. A análise dos dados, embasada no referencial teórico utilizado para elaboração da intervenção pedagógica, foi realizada observando-se as seguintes ações: a condução da atividade, o que incluiu a forma como a atividade foi apresentada (roteiro-guia), a organização dos grupos, a disponibilidade dos recursos, e as ações dos estudantes diante da atividade. Nos resultados pode-se observar que a atividade em grupo propiciou trocas que contribuíram para o pensamento metacognitivo; os materiais disponibilizados permitiram observação e construção por parte dos estudantes acerca dos conceitos explorados; os estímulos apresentados ao longo da atividade pela professora auxiliaram na construção e avaliação das estratégias utilizadas pelos grupos. Ao final da atividade, os estudantes demonstraram identificar quais foram aspectos que facilitaram ou dificultaram o processo de aprendizagem, sendo esses indicativos de tomada de consciência metacognitiva. Ressalta-se que ainda existem poucos estudos que observam propostas didáticas, sendo um importante campo de estudo.

Palavras-Chave: Metacognição; Ensino de física; Atividades experimentais; Recursos tecnológicos; Engenharia.

Abstract

Nowadays, education faces the challenge of teaching students to seek knowledge, developing mechanisms that favor learning and student autonomy. In this sense, it is understood that teaching strategies that promote metacognitive thinking can promote improvements in the teaching and learning processes. The purpose of this paper is to analyze how an activity guide script provided moments of manifestations of metacognitive thinking

in engineering students. For this, a didactic proposal was developed in the classroom, where in groups, the students worked to solve the problem situations presented in the guide script, using experimental and technological resources. For data collection, audio and field diary recordings were made by the researchers, in addition to the metacognitive questionnaire applied at the end of the activity. The data analysis, based on the theoretical framework used to prepare the educational intervention, was carried out observing the following actions: the conduction of the activity, which included the way the activity was presented (guide script), the organization of the groups, the availability of resources, and the students' actions when facing the activity. In the results we can see that the group activity provided exchanges that contributed to metacognitive awareness; the materials provided allowed the students to observe and build upon the concepts explored; the stimuli presented throughout the activity by the teacher helped in the construction and evaluation of the strategies used by the groups. At the end of the activity, the students were able to identify which aspects facilitated or hindered the learning process, which are indicative of metacognitive awareness. It is noteworthy that there are still few studies that observe didactic proposals, which is an important field of study.

Keywords: Metacognition; Physics teaching; Experimental activities; Technological resources; Engineering.

INTRODUÇÃO

As mudanças enfrentadas pela sociedade estão cada vez mais aceleradas por conta do constante avanço tecnológico e científico, que vem demandando adaptações das mais diferentes áreas. Dentro dessas mudanças, a escola e o sistema educacional de forma geral, também precisam se adaptar a essas realidades e exigências, não mais reproduzindo um modelo de ensino centrado na reprodução de conteúdos acumulados historicamente, privilegiando a postura passiva do estudante (Rosa, Darroz, & Rosa, 2014). De acordo com esses autores, o papel da escola atualmente é ensinar os estudantes a buscar o conhecimento, desenvolvendo mecanismos que favoreçam a aprendizagem e a autonomia do estudante.

Nesse contexto, estudos apontam que o uso da metacognição como estratégia didática pode contribuir com a aprendizagem, por justamente promover a autonomia e a autorregulação desse processo pelo estudante (Rivera, Puente, & Calderón, 2020). Brown (1987), citado por Rosa *et al.* (2014) reforça o papel do professor na preparação dos estudantes para o planejamento e monitoramento das próprias atividades, que levaram a apropriação do conteúdo ensinado.

Ainda assim, o número de pesquisas acerca de ações didáticas no campo das ciências exatas é restrito. Rosa e Villagrà (2018) apontam que em intervenções didáticas envolvendo a metacognição, existe preocupação com a área da física mecânica, sendo um conteúdo o qual os estudantes apresentam dificuldades, além de proporcionar o uso de resolução de problemas. Esses autores também indicam a importância da colaboração e interação entre os estudantes como estímulos para a reflexão metacognitiva e, conseqüentemente, para a tomada de consciência sobre o conhecimento e ao como aprender.

Diante desse contexto, no primeiro semestre de 2020, foi desenvolvida uma intervenção com 32 estudantes de Engenharia, matriculados na disciplina de Física I, de uma universidade no sul do país. Na prática pedagógica proposta, trabalhou-se com o tema queda-livre, por meio de situações problema, utilizando-se de simulações computacionais e experimentos práticos como principais recursos. Salienta-se que esta investigação faz parte de uma pesquisa que conta com apoio financeiro do Edital FAPERGS/CAPES 06/2018 – Internacionalização.

Durante a aula em que a prática foi desenvolvida, os estudantes foram organizados em grupos de até cinco integrantes, para que trabalhassem no roteiro guia de atividades, sendo proposto o uso de diferentes recursos, com ênfase no virtual e o experimental, para resolução de situações-problema. No roteiro também havia questões de cunho metacognitivo. Os dados foram coletados por meio de questionários, gravações de áudio e registros em diário de campo das observações dos pesquisadores. Portanto, o objetivo deste artigo é analisar como o roteiro guia propiciou momentos de manifestações de pensamento metacognitivo do grupo de estudantes de engenharia que participou da prática desenvolvida. Cabe destacar que a disciplina em questão aborda a temática de física mecânica, sendo componente curricular da maioria dos cursos de Engenharia da instituição e que é trabalhada de forma compartilhada entre os diferentes cursos.

O artigo está estruturado de forma que, após esta introdução, são apresentadas as ideias acerca da metacognição, assim como desta e sua relação com as práticas de ensino, e o próprio ensino de física. Na seção referente aos procedimentos metodológicos, será apresentada a forma como a atividade decorreu, o

roteiro guia, a coleta de dados e também a sua forma de análise. Na seção resultados e discussão consta a análise dos dados a luz do referencial teórico da metacognição. E, por fim, as considerações finais que apresentam a síntese encontrada em relação ao estudo efetivado.

METACOGNIÇÃO: DO CONCEITO A SUA UTILIZAÇÃO NA PRÁTICA DE ENSINO

O termo metacognição, assim chamado pelo psicólogo John H. Flavell nos anos de 1970, consiste no conhecimento que o indivíduo possui em relação aos processos cognitivos, além da habilidade de monitoramento, regulação e orquestração de objetos ou dados relacionados a eles (Flavell, 1976). Essa definição surge a partir de pesquisas realizadas por Flavell em relação à memória, constatando que ao longo do desenvolvimento humano, os indivíduos se tornam mais conscientes acerca do seu funcionamento cognitivo, o que ele chamou de metamemória (Flavell, 1971).

Nos anos seguintes, outros pesquisadores também dedicaram seus estudos acerca da metacognição. Dentre eles, estão Campione, Brown e Connell (1988), que apontam que a metacognição também envolve outros aspectos para além do conhecimento cognitivo, sendo eles o controle do indivíduo aprendente sobre os próprios processos cognitivos, sobre os recursos disponíveis para a aprendizagem e sobre o conhecimento nos domínios os quais serão trabalhados.

Rosa, Gatzke, Passos e Arruda (2020) apresentam o modelo de entendimento da regulação do pensamento metacognitivo, o qual envolve a interação entre os seguintes elementos: conhecimento metacognitivo, que representa conhecimentos armazenados ao longo da vida; experiências metacognitivas, que representam experiências conscientes cognitivas ou afetivas; objetivos cognitivos, que representam o foco do empreendimento cognitivo; e as ações cognitivas, que envolvem às cognições ou comportamentos empregados na criação de estratégias. Outra forma de um indivíduo exercer controle acerca da sua atividade cognitiva é por meio das estratégias metacognitivas e cognitivas. Segundo Rivera *et al.* (2020), o objetivo das estratégias cognitivas é conhecer, enquanto as metacognitivas supervisionam o processo de aquisição do conhecimento.

No contexto de ensino e de aprendizagem, a metacognição vem se apresentando como potencial para aperfeiçoamento das práticas pedagógicas, considerando os benefícios que o conhecimento metacognitivo pode promover. Rosa e Villagrà (2018) entendem que o uso do pensamento metacognitivo pode contribuir com a aprendizagem, sendo uma estratégia utilizada para melhoria desses processos. Campione *et al.* (1988) apontam que a aprendizagem é mais efetiva quando os estudantes conseguem refletir e agir de forma ativa sobre atividades de resolução de problemas, tendo capacidade de desenvolver e regular estratégias para lidar com eles. Esse fato contrasta quando os estudantes não possuem essas habilidades desenvolvidas e acabam assumindo uma postura mais passiva diante de situações problema e, assim, não tendo a mesma eficácia no processo de aprendizagem (Campione *et al.*, 1988).

Essa consciência acerca da própria cognição é um exercício. De acordo com Rosa (2011), a metacognição se vincula às experiências do conhecimento metacognitivo. As experiências se referem à consciência acerca de trocas intelectuais, enquanto o conhecimento é entendido como o acúmulo de conhecimento adquirido, tendo a ver com questões cognitivas. Rivera *et al.* (2020), complementam acerca do conhecimento metacognitivo, entendendo que esse se relaciona ao autoconhecimento e se refere a três elementos: pessoa, tarefa e estratégia, enquanto as experiências metacognitivas compreendem os conhecimentos prévios de um indivíduo que emergem quando está se resolvendo um problema. Rosa (2011) destaca que as experiências metacognitivas são conscientes, cognitivas e afetivas, podendo se apresentar de diversas formas - breves, longas, simples, complexas ou acerca dos conteúdos.

Além do domínio do conhecimento metacognitivo, o domínio das habilidades metacognitivas relacionam-se com aspectos da regulação e autorregulação da cognição durante uma atividade, sendo entendido em três elementos: planificação, monitoração e avaliação (Brown, 1987, citado por Rosa *et al.*, 2020; Flavell, 1979). Brown (1978, citado por Rosa, 2011) descreve que na fase de planificação ocorre a previsão de etapas e estratégias a serem utilizadas para o alcance de determinado objetivo, na fase de monitoração ocorre o controle e verificação das estratégias escolhidas, enquanto que na avaliação ocorre a análise do resultado obtido, em relação ao que foi previsto e observado nas fases anteriores.

Para Rosa (2011), os alunos são responsáveis pelo processo de transformação e adaptação de informações em que a aprendizagem é construída por meio de uma interação entre o conhecimento que o

sujeito já possui na estrutura cognitiva e o novo (conhecimento). Mas isso só tem sentido se o aluno quiser interagir, ou seja, depende de sua epistemologia pessoal. Nesse contexto, de acordo com a autora, o pensamento metacognitivo atua como mecanismo que pode proporcionar a reflexão sobre o que e como se sabe, indo além de uma aprendizagem de um conhecimento específico, apresentando-se como uma forma de vida, aprendendo a ouvir, tolerar, aceitar, compartilhar, entre outros.

A visão apresentada nesta seção sobre metacognição orientou as ações efetivadas para o desenvolvimento desta pesquisa. Embora seja possível encontrar na literatura diferentes perspectivas do termo, quando se refere aos processos que envolvem a metacognição na educação é consenso de que suas ações levam à reflexão e à identificação dos mecanismos que favorecem a aprendizagem. Assim, no âmbito do contexto escolar, a metacognição, aliada às estratégias de aprendizagem, é considerada essencial. Rosa *et al.* (2014, p. 18) afirmam que

[...] é preciso entender que a metacognição exerce função essencial na aprendizagem, oferecendo aos alunos diferentes possibilidades de aprendizagem e um autoconhecimento de suas características, seja na aprendizagem individualizada, seja no momento de compartilhar ações com os outros. Nesse espaço, os alunos precisam ser estimulados a desenvolver competências cognitivas e a compreender os objetivos das atividades, fazendo um plano da sua execução.

Nesse sentido, é essencial que o aluno reconheça suas potencialidades para a escolha da estratégia. O professor, de acordo com os referidos autores, deve proporcionar momentos para que ele (o aluno) evidencie seu pensamento, seu modo de organizar ideias e o motive a expor sua opinião diante dos colegas, atitudes que podem promover a sua autonomia.

ENSINAR CIÊNCIAS EXATAS: DA EDUCAÇÃO BÁSICA AO ENSINO SUPERIOR

A educação vem sendo cada vez mais discutida em pesquisas, tendo como alguns de principais focos o seu papel na formação tanto técnica, como pessoal. Por muito tempo, de acordo com Sasseron (2010) entendia-se que a educação tinha como objetivo principal a transmissão de conteúdos, sendo que o professor atuava como transmissor desse conhecimento, e os estudantes, apresentando uma postura passiva nesse processo, eram os receptores desse saber e avaliados pela quantidade de informações que eram capazes de armazenar.

Atualmente, entende-se que há a necessidade de ampliar o papel da educação para além da transmissão de conteúdos. De acordo com a referida autora, tornar o ensino mais articulado às tecnologias e conhecimentos que fazem parte da vida dos estudantes e formar cidadãos críticos e autônomos também são compromissos da educação, que vão muito além de abordar conteúdos programáticos (Sasseron, 2010). Essa articulação, de acordo com Edmundo (2013), a partir do conceito de contextualização, deve ir além de uma exemplificação dos fatos e fenômenos, de forma a dar significado aos conteúdos, facilitando o estabelecimento de conexões entre campos de conhecimento. Borges (2012) corrobora esse fato, entendendo que, além da integração entre áreas do conhecimento, também é necessária a articulação entre níveis de ensino, ressaltando que os conteúdos explorados nos anos finais devem estar conectados aos explorados nos anos iniciais.

Em relação ao ensino de ciências, de acordo com Borges (2012) existem dificuldades em construir mudanças na prática de sala de aula. Na área das Ciências Exatas (Química, Física e Matemática) percebe-se que esses desafios vêm acompanhados de questões singulares que perpassam todos os níveis de ensino. Ricardo (2010) aponta que, em especial no ensino de física, há uma desconexão que se acentua ainda mais, pois ao mesmo tempo em que os alunos convivem com acontecimentos relacionados às ciências e tecnologias, o debate realizado em sala de aula é distante da realidade atual.

Tal situação pode ser porque conteúdos relacionados às áreas de Matemática, Física e Química nos anos iniciais são geralmente pouco explorados ou explorados de forma superficial e desarticulada à realidade dos estudantes (Rodrigues, 2019; Vidal & Cunha, 2019). Essa formação deficitária no ensino básico, repercute na relação que os estudantes constroem com esses conteúdos, resultando até em baixo desempenho em disciplinas dessas áreas durante o ensino superior (Passos, Duarte, Sousa, Teles, & Santos, 2007; Vidal & Cunha, 2019).

Nesse sentido, a utilização de estratégias que mobilizem a postura ativa do estudante pode ser um caminho para tornar aulas mais atrativas, repercutindo também no desempenho desses alunos, sendo a utilização de metodologias baseadas na investigação uma contribuição nesse sentido (Quibao, Silva, Almeida, Silva, Muniz, & Paiva, 2019; Rodrigues, 2019). Conforme previsto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a educação superior tem por finalidade desenvolver o espírito científico e pensamento reflexivo, formar diplomados participantes do desenvolvimento da sociedade, comunicar o conhecimento cultural, científico e técnico, estimular o aperfeiçoamento e a busca pela integração dos conhecimentos adquiridos, dentre outros objetivos (Brasil, 1996).

A formação em Engenharia possui diversas disciplinas envolvendo conteúdos na área da física, química e matemática. Ao mesmo tempo, são cursos que enfrentam uma série de desafios em relação a área das ciências exatas, como a falta de interesse dos estudantes e o baixo desempenho dos mesmos (Passos *et al.*, 2007; Vidal & Cunha, 2019). Dentre características esperadas de seus diplomados, além do conhecimento técnico, estão “*ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético [...] e estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora*” (Brasil, 2019, p.1).

Com esse fim, a integração de diferentes recursos na aprendizagem, como experimentais e tecnológicos, apresenta-se como uma possibilidade de estimular o interesse e a autonomia dos estudantes. Tais recursos devem ser explorados de maneira construtiva, estimulando o raciocínio dos estudantes, como uma maneira de promover outras formas de pensar e ampliar o entendimento desses alunos (Leite, Pocho, Aguiar, & Sampaio, 2011; Medeiros & Medeiros, 2002). Ademais, a utilização de atividades experimentais e recursos tecnológicos, pode favorecer a compreensão do aluno acerca de determinados conteúdos (Neide & Quartieri, 2016).

Corrêa (2015) entende que abordar o ensino de ciências auxiliado por recursos tecnológicos, torna o processo de construção de conhecimento mais eficiente, por proporcionar ao aluno sua própria construção de conhecimento. Gibin e Filho (2016) também ressaltam a importância de uma abordagem construtivista aliada a resolução de problemas, por considerar o aprendizado que os alunos já possuem. Nesse contexto, para Corrêa (2015) o professor pode ser entendido como um mediador, incentivando e motivando essa construção dos estudantes.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse estudo caracteriza-se como de cunho qualitativo. Pesquisas de cunho qualitativo são voltadas para o entendimento acerca dos fenômenos humanos, assim como uma análise aprofundada dessas associações (Fazenda, 2015). Por tratar-se de um estudo que se insere no contexto da sala de aula, buscando observar as relações construídas entre sujeitos, entende-se que essa abordagem adequa-se ao objetivo proposto. É uma abordagem que busca entender os fenômenos dentro dos próprios contextos, sendo que o papel do pesquisador é de observar e interagir, por vezes, com as vidas cotidianas envolvidas no campo de estudo (Gray, 2012).

Participaram da investigação 32 estudantes matriculados na disciplina de Física I, de uma Universidade no interior do Rio Grande do Sul, no primeiro semestre de 2020. A escolha pela disciplina de Física I foi devido a uma das pesquisadoras ser docente desta turma, além disso, esta disciplina trata de conteúdos de Física Mecânica, que, segundo Parisoto (2015), são temas que habitualmente os estudantes apresentam dificuldades, independentemente do nível de escolarização.

A intervenção didática foi planejada e ocorreu de forma que os alunos trabalhassem em grupos de até cinco integrantes, orientados por roteiros-guia, que eram propositivos para o uso de diferentes recursos para realização das atividades. Além de propor a utilização de materiais experimentais e tecnológicos, também constavam no roteiro questões de cunho investigativo e metacognitivo.

A atividade em questão descrita no roteiro-guia, que envolvia a temática da queda livre, requeria que os estudantes respondessem uma sequência de perguntas a partir de uma situação problema. Para solução, poderiam simulá-la por meio dos recursos disponibilizados, tanto físicos como virtuais semelhantes ao desafio proposto. A situação problema e as referidas questões, as quais compõem o roteiro-guia, são apresentadas no quadro 01. Destaca-se que as questões assinaladas são as de caráter metacognitivo.

Quadro 1 – Situação Problema e Questões.

| Situação Problema |
|--|
| Uma esfera de ferro com massa de 3 kg é deixada cair em queda livre de uma altura de 30 m em relação ao solo. A partir desta situação hipotética, responda às questões. |
| Questões |
| a) Sobre a situação-problema, discutam em grupo e estimem, sem fazer cálculos, qual será a velocidade aproximada ao atingir o solo e o tempo aproximado de queda da esfera para a altura determinada. Registrem esta hipótese: Velocidade: _____ Tempo: _____ |
| b) É possível prever com que velocidade a esfera de ferro chega ao solo? Qual seria o valor dessa velocidade? Descrevam como vocês pensaram para chegar a esse resultado. |
| *c) Com base em que conhecimentos vocês responderam às questões anteriores? |
| d) Que expressão(ões)/função(ões) matemáticas pode(m) ser utilizada(s) para calcular a velocidade de um objeto em queda livre em qualquer instante? Vocês tinham pensado nessas equações no item anterior? Justifiquem. |
| e) A massa interfere na velocidade de queda dos corpos? Justifiquem. |
| *f) Com base em que conhecimentos vocês responderam às questões “d” e “e”? |
| *g) Quais foram as estratégias utilizadas pelo grupo para chegar a essa conclusão? |
| h) Caso uma outra esfera também caia nessas mesmas condições da situação- problema, porém que sua massa seja 3 vezes menor, sua velocidade ao atingir o solo será maior, menor ou igual a uma de 3 kg, quando desconsiderada a resistência com o ar? Justifiquem. |
| i) Quando dois objetos são soltos de uma mesma altura, um objeto de massa m e outro objeto de massa $2m$, chegarão ao solo ao mesmo tempo (juntos)? Descrevam a conclusão do grupo. |
| Demonstração prática do tubo de vácuo aos estudantes e neste momento também é passado um vídeo sobre o experimento de Galileu, da pedra e da pena, realizado na maior câmara de vácuo do mundo. Esse vídeo pode ser acessado no link: https://www.youtube.com/watch?v=qSeW0f51QzY ¹ |
| j) Ainda sobre a situação-problema, qual foi o deslocamento do objeto? E a distância percorrida? |
| k) Para uma situação de queda livre, a distância percorrida por unidade de tempo varia ou se mantém constante? Por quê? |
| l) Que expressões/funções matemáticas podem ser utilizadas para determinar essas distâncias? |
| m) Qual seria o perfil de um gráfico que expressa a variação de posição em função do tempo? Por quê? |
| *n) Baseados em que vocês responderam à questão anterior? |
| o) Uma bola é lançada para cima. (a) Durante a subida, o que acontece com o módulo da velocidade da bola? (b) Como você poderia determinar a altura máxima atingida pela bola? De que parâmetros essa altura depende? (c) Enquanto a bola está em queda livre, o que acontece com o módulo da sua velocidade? (d) E a aceleração, aumenta, diminui ou permanece constante? Expliquem as respostas. |
| p) Que resultado o grupo havia previsto para a questão-problema no início da atividade? Como esse resultado se relaciona com o encontrado ao final da atividade? Se houve mudanças no resultado esperado, quais e por quê? |

*Questões de caráter metacognitivo. Fonte: dos autores (2021).

Foram destinados para a atividade experimental, uma esfera de 24 g, uma trena, um cronômetro e uma balança de precisão. Já os simuladores virtuais estavam disponíveis em seis links, que poderiam ser acessados em *chromebooks* que estavam à disposição dos alunos na sala de aula. Por meio das simulações, era possível testar quedas de objetos em diferentes alturas e massas, observar o tempo de queda e a velocidade ao atingir o chão, além de visualizar o movimento desses objetos desprezando a resistência do ar. Também foi demonstrado de forma experimental pela professora, um tubo com objetos internos onde era

¹ Ciência Tube. (2014). Experimento de Galileu realizado na Maior câmara de vácuo do mundo. Youtube, 4 nov. 2014. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=qSeW0f51QzY> >

possível aplicar vácuo e observar seu movimento com e sem a presença de ar. Além disso, os estudantes tiveram acesso a um vídeo que simula uma queda na maior câmara de vácuo do mundo.

A intervenção teve por objetivo avaliar o conhecimento dos alunos sobre o conceito de queda livre, que já havia sido trabalhado na disciplina, além de fomentar o pensamento metacognitivo dos estudantes durante a realização da tarefa. Quando finalizada a atividade, foi solicitado aos estudantes que respondessem individualmente a um questionário com perguntas metacognitivas, que foram respondidas por meio do *google* formulários, para que pudessem refletir sobre o processo de realização da atividade. As questões foram elaboradas a partir dos seis elementos metacognitivos: pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoramento e avaliação. As questões são apresentadas no quadro 2:

Quadro 2 - Questionário Metacognitivo

| Questionário |
|--|
| 1: Que conhecimentos sobre queda livre você tinha para resolver a situação problema? Eles eram suficientes? |
| 2: Como o grupo planejou resolver a questão? Houve mudanças de planos no decorrer da resolução? Se sim, quais? Comente. |
| 3: Você adquiriu novos conhecimentos com esta atividade? Se sim, quais? |
| 4: Descreva as estratégias utilizadas pelo seu grupo no desenvolvimento da situação? Você pensa que tais estratégias poderiam ser utilizadas novamente em uma situação semelhante a essa? Comente. |
| 5: Como você avalia o seu conhecimento antes e depois de realizar a atividade com seu grupo de trabalho? |
| 6: Os materiais disponíveis, tanto físicos como virtuais foram suficientes para resolver a situação problema e responder as questões? Teve algum que foi relevante e merece ser destacado? Se sim, qual e por quê? |
| 7: Tendo de contar a alguém sobre a aula, você se sentiria em condições de descrever o que foi feito e explicar os resultados encontrados? Comente. |

Fonte: dos autores (2021).

A coleta de dados ocorreu por meio de registros escritos dos estudantes aos questionários propostos, registro de áudio das discussões realizadas pelos grupos durante a realização da tarefa e registro em diário de campo das observações realizadas pelos pesquisadores, tanto sobre a relação entre os colegas nos grupos, ações individuais, bem como a escolha de recursos feita pelos estudantes.

A análise dos dados coletados foi realizada a partir do referencial teórico da metacognição, buscando identificar quais foram as ações que mobilizaram o pensamento metacognitivo dos estudantes durante a resolução da situação problema. Assim, com base nos estudos de Rosa (2011), foram elencadas as seguintes ações, para serem observadas a partir dos dados coletados: reconhecimento dos conteúdos, conceitos ou parte deles com relação a aprendizagens anteriores; reconhecimento de suas características pessoais mediante as necessárias para a atividade; discussão com os colegas sobre que estratégia usar para realizar a atividade, estabelecendo comparações com outras já efetuadas ou mesmo com as que seus colegas sugerem; avaliar a estratégia com seus conhecimentos e de seus colegas, ou em termos dos equipamentos e materiais disponíveis.

Dessa forma, a análise dos dados coletados foi realizada de forma a integrar os relatos trazidos pelos estudantes com a forma de como a aula foi orientada pelo professor. Inicialmente, foram tabuladas todas as respostas obtidas pelos estudantes. Após, foram destacados trechos dos relatos que demonstraram indícios de pensamento metacognitivo, conforme as ações elencadas anteriormente. Estes trechos, então foram analisados de acordo com o referencial teórico discutido, e foram agrupados nos seguintes aspectos: a condução da atividade, o que incluiu a forma como a atividade foi apresentada (roteiro-guia), a organização dos grupos, a disponibilidade dos recursos e as ações dos estudantes diante da atividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intervenção foi realizada em um dos laboratórios de física da instituição, os quais já tinham uma organização prévia, assim como acesso a materiais. Conforme os alunos chegavam, já eram direcionados às

mesas preparadas para grupos de até cinco integrantes, formados por livre escolha. Durante a atividade foi possível perceber que a organização da atividade em grupo privilegiou as trocas, diálogos e debates entre a turma, o que é confirmado pelos relatos dos estudantes apresentados a seguir e as ações metacognitivas segundo Rosa (2011).

“Pude obter conhecimentos a partir das experiências propostas com o simulador que estava no ambiente virtual e foi fundamental a troca de ideias com os colegas, optando também pelo caminho da lógica.” A4

“Meus conhecimentos eram poucos, mas lendo, assistindo os vídeos disponibilizados e conversando com os colegas do grupo conseguimos chegar a conclusões para resolver as questões.” A24

“Após realizar a atividade com o grupo, eu obtive mais conhecimento, pelo fato de discutir as questões com os colegas e assim pensar, sobre o assunto, de uma forma diferente do que antes.” A22

“Sim, pois como estávamos em grupo tivemos que debater o conteúdo em vários quesitos, isso acabou por fixando bem o assunto.” A14

O trabalho em grupo, assim como as discussões para a tomada de decisões e dos resultados encontrados, são ações que indicam indícios de pensamento metacognitivo, segundo Rosa (2011). Quando o aluno discute com os colegas de grupo sobre a escolha dos caminhos para a resolução da situação problema (estratégia e planificação) também precisa reconhecer suas habilidades e conhecimentos pessoais (pessoa) em relação aos recursos (experimental ou virtual) que são escolhidos para resolução (tarefa).

Através desses relatos, percebe-se que o questionário metacognitivo funcionou como um meio dos estudantes avaliarem sua conduta durante a atividade, assim como decorreu o processo de construção do conhecimento e aprendizado. Os alunos também puderam destacar quais aspectos foram facilitadores, permitindo que a professora também pudesse reconhecer quais mecanismos são mais efetivos para propostas didáticas futuras. Rosa e Ghiggi (2018) ressaltam que por meio de trocas entre os alunos e do compartilhamento do conhecimento, a tomada de consciência sobre conhecimentos prévios é favorecida, contribuindo com a autorregulação desse processo. Rosa e Alves Filho (2014) apontam que a discussão realizada em grupos em relação ao planejamento, para solucionar problemas, consiste na manifestação de um planejamento metacognitivo. Somado a isso, a formação de grupos, por afinidade, também pode contribuir com uma maior interação entre os componentes e, conseqüentemente, funcionar como estímulo à colaboração e para a tomada de consciência metacognitiva (Rosa & Villagrà, 2018).

Destaca-se que sobre a mesa dos grupos de alunos estavam os materiais para experimentação, sendo que os *chromebooks* foram entregues após o início da aula e, também nesse momento, foi entregue o roteiro guia de atividades aos estudantes. Conforme apresentado anteriormente, o roteiro guia incluiu questões investigativas que envolviam a realização de cálculos, mas também questões metacognitivas, mais abertas e reflexivas.

Em relação a organização da aula, aspectos como a disponibilidade de diferentes recursos, desde os materiais experimentais e tecnológicos, como as leituras sugeridas, o acesso a internet, as intervenções da professora e o incentivo à pesquisa foram destacados pelos estudantes. Os relatos dos estudantes a seguir mencionam os aspectos que contribuíram com a solução do problema:

“As principais estratégias envolviam a interpretação das questões com base nos conhecimentos obtidos em aula e através da leitura e observação das simulações, mas principalmente aplicação de fórmulas. Sim, tendo consciência do processo, e da lógica por trás das fórmulas é possível aplicar a mesma resolução em problemas da mesma natureza.” A20

“Os materiais virtuais merecem destaque por expor bem as situações e deixar da forma mais clara possível.” A4

“Sim, com as explicações da professora e com as pesquisas, foi possível entender melhor sobre a queda livre, além de poder simular com um experimento.” A28

Aqui pode se perceber que tanto os recursos que foram disponibilizados intencionalmente (as simulações e os materiais experimentais), como os não intencionais (explicações da professora e conteúdos de aulas anteriores), funcionaram como facilitadores no processo de aprendizagem dos estudantes. Conforme Massoni (2014), a possibilidade de aplicar o conhecimento obtido nas aulas, indica que as atividades experimentais em cursos de Engenharia devem ter uma perspectiva mais voltada para a aplicação das leis e teorias físicas, para também terem um maior significado.

Também foi importante o fato de permitir aos próprios estudantes avaliarem quais recursos seriam mais eficientes, fazendo com que cada um pudesse construir seu próprio conhecimento em relação aos conteúdos trabalhados, considerando também as individualidades, o que foi possível observar no decorrer da atividade, conforme os estudantes foram demonstrando preferência por algum tipo de recurso (Rauber, Quartieri, & Dullius, 2017).

Nesta perspectiva pode-se inferir que estas ações têm relação com as ações dos elementos metacognitivos monitoração e avaliação. Os alunos conseguem avaliar qual foi a melhor recurso para a resolução da situação problema, segundo seus conhecimentos prévios. Avaliam seus resultados e os meios que os levaram a chegar a conclusão da tarefa.

Isso ressalta a importância de se fornecer subsídios à busca de conhecimento, estimulando essa construção por parte do estudante, o que conforme Rosa *et al.* (2014), promove a autonomia desses sujeitos. Da mesma forma, Rosa e Rosa (2018) apontam que, explorando atividades que favoreçam o uso do pensamento metacognitivo, também se estará promovendo melhorias na aprendizagem dos estudantes e na adoção desse tipo de pensamento em outros contextos.

Sobre os roteiros-guia, segundo Chi, Bassok, Lewis, Reiman e Glasser (1989), para que o pensamento metacognitivo seja um recurso de aprendizagem, é preciso evocar o pensamento de modo explícito, seja pelo livro, professor, roteiro ou por um questionário. Neste sentido, o roteiro-guia se torna uma ferramenta prática e adaptável para o docente utilizar em diferentes conteúdos e contextos. Por meio desta pesquisa pode-se inferir que roteiros são importantes no processo do desenvolvimento do pensamento metacognitivo do aluno, pois foi por meio das questões metacognitivas que os estudantes puderam refletir sobre o que estavam fazendo, como estavam fazendo e as decisões que estavam tomando.

Ainda sobre as atividades, os grupos também fizeram questionamentos à professora, que fazia novos questionamentos e reflexões para que os próprios estudantes percebessem o caminho que deveriam escolher para efetivar a tarefa com êxito. Essas reflexões, de acordo com Carvalho (2011), têm como propósito o desenvolvimento da habilidade de argumentar a partir dos resultados obtidos, sendo considerado um importante objetivo a ser alcançado no ensino de ciências.

Ao final da atividade, os estudantes tiveram um momento para responder ao questionário metacognitivo, já mencionado inicialmente na discussão. Esse momento pós atividade também é onde ocorre a avaliação, ou seja, é o momento em que o grupo analisa quais foram as estratégias eficazes e ineficazes, o que contribuiu ou não, assim como possíveis alternativas (Brown, 1987, citado por Rosa, 2011). O relato a seguir demonstra o mencionado:

“O grupo dividiu questões, acho que o melhor seria ter feito todas juntas para que coletássemos mais conhecimento no trabalho.” A7

“Avalio como satisfatório (o conhecimento), mas vejo que tenho muito a aprender sobre o assunto pois tenho certa dificuldade na disciplina.” A3

“Os materiais foram suficientes para a pesquisa, porém acho que deveria uma explicação do conteúdo para que depois partíssemos para as atividades.” A12

“Nosso grupo só viu a primeira simulação, que fechou com o nosso conhecimento e com o assunto que aprendemos na aula anterior.” A19

Percebe-se que de acordo com o aluno 7, após finalizar a atividade, o grupo percebeu que poderia ter sido melhor terem feito todas as questões em conjunto do que individualmente, como optaram por fazer. Já o aluno 3 relata que considera ter aprendido com a atividade, mas entende que ainda é necessário buscar conhecimento além do que o apresentado em aula, visto que possui dificuldade com outros conteúdos da disciplina. O aluno 12 entende que, apesar dos recursos disponibilizados terem sido satisfatórios, entende

que uma explicação anterior a tarefa seria interessante. Por fim, o aluno 19, assim como seu grupo, compreende que a simulação funcionou de forma complementar ao que os estudantes já possuíam de conhecimento acerca da temática, sendo o que foi necessário para a resolução da tarefa.

Esse fato corrobora com Rosa e Ghiggi (2018), em relação às atividades envolvendo resolução de problemas, que permitem a identificação dos próprios conhecimentos sobre o assunto. O depoimento dos estudantes acima (A7, A3, A12 e A19) demonstra indícios de pensamento metacognitivo, visto que a capacidade de identificar o que foi eficiente ou não durante a realização de uma tarefa também está relacionada à tomada de consciência metacognitiva (Brown, 1987, citado por Rosa, 2011).

Pelos dados analisados, pode-se inferir que durante a intervenção didática houve ocorrência de pensamento metacognitivo identificado tanto pelos relatos como pelas ações metacognitivas descritas. E, para que isso ocorresse foi fundamental o uso de um roteiro-guia com perguntas de caráter metacognitivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tomada de consciência metacognitiva, ou o pensamento metacognitivo, apresenta-se como favorecedor da aprendizagem por promover autonomia do estudante a encontrar o melhor caminho na construção do próprio conhecimento. Nesse sentido, é importante que o professor utilize de recursos didáticos que favoreçam essa tomada de consciência (Rosa *et al.*, 2014).

Partindo dessa premissa, por meio desse estudo foi possível identificar como a tarefa proposta possibilitou momentos de manifestações de pensamento metacognitivo de estudantes de engenharia, enquanto resolviam a situação problema. Foi possível identificar que a realização da atividade em grupo propiciou diálogos e trocas de conhecimentos e habilidades, que favoreceram a utilização do pensamento metacognitivo. Os recursos disponibilizados, assim como as intervenções da professora, também permitiram que os estudantes aplicassem os conhecimentos adquiridos previamente, pondo em prática hipóteses construídas em grupo e avaliando a adequação de estratégias ao objetivo estabelecido. Neste contexto, a autonomia exercida pelos estudantes demonstrou indícios de pensamento metacognitivo, visto que eles foram capazes de avaliar quais recursos foram mais ou menos favoráveis à aprendizagem, assim como o próprio conhecimento pré e pós a realização da atividade.

Além disso, pode-se inferir que a escolha e direcionamento de trabalhar com roteiros-guia pode auxiliar no processo de pensamento metacognitivo, destacando que estes roteiros devem: apresentar questões metacognitivas; ter um objetivo claro traçado para a atividade proposta; oportunizar o uso de diferentes recursos; trabalhar com situações próximas da realidade e de conhecimento do aluno; apresentar questões específicas do tema que está sendo explorado.

Diante dos resultados obtidos nessa investigação, é possível considerar a potencialidade que a metacognição, aliada a resolução de problemas e ao uso de recursos tecnológicos e experimentais, pode ter para um processo de ensino e aprendizagem mais eficiente, ativo e autônomo. Vale ressaltar que, ainda que a potencialidade desses resultados seja identificada, existem poucos estudos investigando intervenções desse gênero, sendo um campo promissor para futuras investigações (Rosa & Rosa, 2018).

REFERÊNCIAS

- Borges, G. L. A. (2012). *Conteúdos para o ensino de Ciências e Saúde: critérios para seleção e ordenação*. São Paulo, SP: Acervo Digital da UNESP.
- Campione, J. C., Brown, A. L., & Connell, M. L. (1988). Metacognition: On the Importance of Understanding what you are doing. In I. R. Charles, & E. A. Silver. *The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving: The Research Agenda for Mathematics Education*. (pp. 94-113). Abingdon, UK: Routledge.
- Carvalho, A. M. P. (2010). As práticas experimentais no ensino de Física. In A. M. P. Carvalho, E. C. Ricardo, L. H. Sasseron, L. V. S. Abib, & M. Pietrocola (Coord.). *Ensino de Física*. (53-78). São Paulo, SP: Cengage Learning.

- Chi, M. T., Bassok, M., Lewis, M. W., Reiman, P, & Glasser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve prob-lems. *Cognitive science*, 13(2), 145-182.
https://doi.org/10.1207/s15516709cog1302_1
- Corrêa, A. L. (2015). *O Ensino de Ciências e as Tecnologias Digitais: Competências para a Mediação Pedagógica*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132734>
- Corso, H. V., Sperb, T. M., Jou, G. I. & Salles, J. F. (2013). Metacognição e funções executivas: relações entre os conceitos e implicações para a aprendizagem. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29(1), 21-29. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v29n1/04.pdf>
- Edmundo, E. S. G. (2013). A contextualização no ensino e aprendizagem: expandindo perspectivas em contextos de formação de docentes. In *Anais do XI Congresso Nacional de Educação - EDUCERE*, Curitiba, PR, Brasil. Recuperado de https://educere.bruc.com.br/CD2013/pdf/10267_6237.pdf
- Fazenda, I. C. A. (2015). As diversas abordagens e os tipos de pesquisa. In I. C. A. Fazenda (Org.). *Interdisciplinaridade na pesquisa científica*. Campinas, SP: Papyrus.
- Flavell, J. F. (1976). Aspectos metacognitivos da resolução de problemas. In L.B. Resnick (Ed.). *Perspectivas sobre o desenvolvimento da memória e da cognição*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates. 231-235
- Flavell, J. H. (1971). Comentários do primeiro mediador: O desenvolvimento da memória é o desenvolvimento de quê? *Human Develop*, 14, 272-278.
- Gibin, G. B. & Filho, M. P. S. (2016). A experimentação no ensino de ciências e características das atividades investigativas. In G. B. Gibin, & M. P. S. Filho, (Orgs.). *Atividades experimentais investigativas em física e química: uma abordagem para o ensino médio*. (17-37). São Paulo, SP: Editora Livraria da Física.
- Gray, D. E. (2012). *Pesquisa no mundo real*. Porto Alegre, RS: Penso.
- Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. (1996, 23 de dezembro). *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*, Diário Oficial de União. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm
- Leite, L. S., Pocho, C. L., Aguiar, M. M., & Sampaio, M. N. (2011). *Tecnologia Educacional: descubra suas possibilidades em sala de aula*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes.
- Massoni, N. T. (2014). Ensino de laboratório em uma disciplina de Física Básica voltada para cursos de Engenharias: análises e perspectivas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(2), 258-288.
<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n2p258>
- Medeiros, A. & Medeiros, C. F. (2002). Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2), 77-86. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2.pdf>
- Neide, I. G. & Quartieri, M. T. (2016). Recursos tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática e da Física. In M. M. Dullius & M. T. Quartieri, (Orgs.). *Aproximando a Matemática e a Física por meio de recursos tecnológicos: Ensino Médio*. (9-14). Lajeado, RS: Editora da Univates.
- Parisoto, M. F. (2015). *Ensino de termodinâmica a partir de situações da engenharia: integrando as metodologias de projetos e as unidades de ensino potencialmente significativas*. (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Passos, F. G., Duarte, F. R., Sousa, G. M. C., Telles, R. S. & Santos, V. M. L. (2007). Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas dos cursos de Engenharia da Univasf. In *Anais do XXXV Congresso*

Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, Curitiba, PR. Recuperado de <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/12/artigos/298-Fabiana%20dos%20Passos.pdf>.

- Quibao, M. P., Silva, A. C., Almeida, N. S., Silva, R. M. A., Muniz, S. R., & Paiva, F. F. (2019). Investigando a compreensão conceitual em física de alunos de graduação em cursos de ciências, engenharias e matemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(2). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0258>
- Rauber, A. G., Quartieri, M. T., & Dullius, M. M. (2017). Contribuições das atividades experimentais para o despertar científico de alunos do ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 10(1). <https://dx.doi.org/10.3895/rbect.v10n1.5717>
- Resolução n. 2, de 24 de Abril de 2019. (2019) *Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia*, Diário Oficial da União. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Recuperado de <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>
- Ricardo, E. C. (2010) Problematização e contextualização no ensino de Física. In A. M. P. Carvalho, E. C. Ricardo, L. H. Sasseron, M. L. V. S. Abib, & M. Pietrocola. (Coord). *Ensino de Física*. (29-52). São Paulo, SP: Cengage Learning.
- Rivera, E. M. C., Puente, S. M. & Calderón, L. A. R. (2020). Diseño y aplicación de estrategias metacognitivas para mejorar la comprensión lectora en estudiantes de secundaria. *Ciencias Sociales y Educación*, 9(17), 203-231. <https://doi.org/10.22395/csye.v9n17a10>
- Rodrigues, R. (2019). A Formação Profissional e o Ensino das Ciências na Área da Engenharia. *Debates em Educação*, 11(23). <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2019v11n23p75-93>
- Rosa, C. T. W. (2011). *A Metacognição e as Atividades Experimentais no Ensino de Física*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Rosa, C. T. W. & Alves Filho, J. P. (2014). Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para atividades experimentais em física. *Ciência & Educação*, 20(1), 61-81. <https://doi.org/10.1590/1516-731320140010005>
- Rosa, C. T. W., Darroz, L. M., & Rosa, A. B. (2014). 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*, 7(1), 3-22. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38174>
- Rosa, C. T. W., Gatzke, N. N., Passos, M. M., & Arruda, S. M. (2020). Metacognição e seus 50 anos: uma breve história da evolução do conceito. *Revista Educar Mais*, 4(3). <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.2063>
- Rosa, C. T. W. & Ghiggi, C. M. (2018). Resolução de problemas em física envolvendo estratégias metacognitivas: análise de propostas didáticas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(3), 30-59. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n3p31>
- Rosa, C. T. W., Ribeiro, C. A. G., & Rosa, A. B. (2018). Habilidades metacognitivas envolvidas na resolução de problemas em Física: Investigando estudantes com expertise. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 14(29), 143-160. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v14i29.5372>
- Rosa, A. B. & Rosa, C. T. W. (2018). Visão de Ciência presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia. *Ensino & Pesquisa*, 16, 74-88. Recuperado de: <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/1226>
- Rosa, C. T. W. & Villagrà, J. A. M. (2018). Metacognição e Ensino de Física: revisão de pesquisas associadas a intervenções didáticas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 581-608. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182581>

Sasseron, L. H. (2010). Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. In A. M. P. Carvalho, E. C. Ricardo, L. H. Sasseron, M. L. V. S. Abib, & M. Pietrocola. (Coord.). *Ensino de Física*. (1-28). São Paulo, SP: Cengage Learning.

Vidal, L. A. & Cunha, C. R. (2019). A reprovação nas disciplinas de Física da Engenharia causada pela ausência de bases Matemáticas nos Ensinos Fundamental e Médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(1). Recuperado de http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID593/v14_n1_a2019.pdf.

Recebido em: 31.03.2021

Aceito em: 20.09.2021