

Elementos metacognitivos que emergem de uma intervenção didática no ensino de Física⁺*

*Andréia Spessatto de Maman*¹

*Marli Teresinha Quartieri*¹

*Italo Gabriel Neide*¹

Universidade do Vale do Taquari

Lageado – RS

Resumo

Estudantes ingressantes no Ensino Superior têm apresentado lacunas em sua formação, em especial na área das Ciências Exatas. Nesta perspectiva, a metacognição pode ser uma forma de contribuir na aprendizagem destes estudantes. O objetivo deste artigo é apresentar a análise sobre ações de pensamento metacognitivo realizada em uma intervenção didática, com base nos elementos metacognitivos: pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação. Trata-se de uma pesquisa qualitativa que foi desenvolvida, com 16 alunos, matriculados na disciplina de Física 1 de diferentes cursos de engenharia, em uma universidade localizada no interior do estado do Rio Grande do Sul/RS. Os aportes teóricos sustentam-se em estudos já realizados sobre a metacognição e aplicados ao ensino de Física. No que se refere aos instrumentos de coleta de dados, estes foram coletados de diferentes formas, a saber: questionários metacognitivos; diários de campo para registros da observação sistemática da professora/pesquisadora; gravação de áudio dos alunos, em pequenos grupos, durante a realização das atividades. Os dados foram analisados e organizados seguindo os elementos metacognitivos propostos por Flavell (1971) e Brown (1978) e interpretados por Rosa (2011). Para cada elemento metacognitivo foram estabelecidos balizadores que são ações que se referem a cada um dos elementos. Com a análise realizada foi possível verificar, com maior ou menor profundidade, os elementos metacognitivos que emergiram durante a aplicação do

⁺ Metacognitive elements that emerge from a didactic intervention in the teaching of Physics

* Recebido: 29 de agosto de 2021.

Aceito: 24 de novembro de 2022.

¹ E-mails: andreiah2o@univates.br; mtquartieri@inivates.br; italo.neide@univates.br

roteiro-guia, pois alguns alunos ainda não expressaram ou escreveram com clareza seu pensamento metacognitivo pois esse processo é longo e necessita de uma relação de confiança entre aluno e professor. Pode-se inferir que foi possível compreender a metacognição como aliada à promoção dos processos de ensino e de aprendizagem e verificou-se que os elementos metacognitivos (pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação) precisam atuar juntos, pois se influenciam mutuamente no sentido de auxiliar na ativação do pensamento metacognitivo. Levar o aluno a refletir ao longo do processo de aprendizagem, promovendo o pensamento metacognitivo, é ensiná-lo a ser estratégico, aumentar sua consciência sobre as operações e decisões diante de um desafio ou escolha a ser feita, sendo autônomo.

Palavras-chave: *Metacognição; Ensino de Física; Ensino Superior; Atividades Experimentais; Simulações Computacionais.*

Abstract

Students entering Higher Education have shown gaps in their training, especially in the field of Exact Sciences. In this perspective, metacognition can be a way to contribute to the learning of these students. The aim of this article is to present the analysis of metacognitive thinking actions carried out in a didactic intervention, based on the metacognitive elements: person, task, strategy, planning, monitoring and evaluation. It is a qualitative research that was developed, with 16 students, enrolled in the discipline of Physics 1 from different engineering courses, at a university located in the interior of the state of Rio Grande do Sul/RS. The theoretical approaches are supported by studies already carried out on metacognition and applied to the teaching of Physics. With regard to data collection instruments, these were collected in different ways, namely: metacognitive questionnaires; field diaries for records of systematic observation of the teacher/researcher; audio recording of students, in small groups, during activities. Data were analyzed and organized following the metacognitive elements proposed by Flavell (1971) and Brown (1978) and interpreted by Rosa (2011). For each metacognitive element, beacons were established, which are actions that refer to each one of the elements. With the analysis performed, it was possible to verify, in greater or lesser depth, the metacognitive elements that emerged during the application of the guide-script, as some students have not yet clearly

expressed or written their metacognitive thinking because this process is long and needs a relationship of trust between student and teacher. It can be inferred that it was possible to understand metacognition as an ally to the promotion of teaching and learning processes and it was found that the metacognitive elements (person, task, strategy, planning, monitoring and evaluation) need to work together, as they influence each other in the sense of assisting in the activation of metacognitive thinking. Leading the student to reflect throughout the learning process, promoting metacognitive thinking, is to teach him to be strategic, to increase his awareness of operations and decisions in the face of a challenge or choice to be made, being autonomous.

Keywords: *Metacognition; Physics Teaching; Higher Education; Experimental Activities; Computer Simulations.*

I. Introdução

Estudos apontam (CARDOSO; DE CASTRO SOUZA; SOARES, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2020; PACHECO; ANDREIS, 2018) que existem alunos que não possuem habilidade em coletar informações explícitas nos textos e relacioná-las com o dia a dia, bem como não são capazes de ir além dos conhecimentos básicos para resolver problemas matemáticos. O que pode implicar em dificuldades para resolução de problemas em cursos da área de engenharia, se seguirem nesta área.

Sabe-se também que as disciplinas que envolvem Cálculo e Física têm percentuais elevados de reprovação. Os estudos de Silva *et al.* (2016) que mostram que a disciplina de Física 1 tem uma taxa de reprovação de 61,28% no curso de Engenharia Elétrica do IFBA de Vitória da Conquista. Passos *et al.* (2007) mostram que nos cursos de Engenharia da UNIVASF a maior quantidade de reprovações ocorre nas disciplinas de Física, Matemática, Estatística e Química. Há estudos como o de Gerab e Valério (2014) que mostram a relação entre o desempenho de Física 1 dos alunos com o desempenho em disciplinas de Cálculo 1 e Álgebra Vetorial e Geometria Analítica. No estudo de Hora, Mesquita e Gomes (2017) feito de 2013 a 2016, percebe-se que as maiores quantidades de reprovação no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás estão no ciclo básico e que, das seis disciplinas que mais reprovam, duas são de Física. Fernandes Filho (2001) sugere que uma das razões para a falta de êxito nas disciplinas da área de Matemática dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Sanitária na PUC – Campinas está associada a dificuldades básicas da matemática e a falta de estímulo ao raciocínio lógico dos alunos. Pelo que se expõe até aqui, poder-se-ia até generalizar de que as disciplinas de Física têm um grande índice de reprovação em todos os cursos de nível superior nos quais aparecem na grade curricular.

Nesta perspectiva, na Universidade do Vale do Taquari (Univates), atividades de cunho metacognitivo começaram a ser desenvolvidas e aplicadas nas aulas de Física I para estudantes de diversos cursos de Engenharia. O intuito foi propor intervenções didáticas realizadas com alunos de Engenharia para proporcionar momentos de reflexão sobre o pensamento metacognitivo com a intenção de melhorar suas aprendizagens². Foram realizadas três intervenções num período de um semestre letivo.

O objetivo neste artigo é apresentar a análise sobre ações de pensamento metacognitivo com base nos elementos metacognitivos citados por Rosa (2014). Esta proposta foi desenvolvida, com 16 alunos, matriculados em cursos de engenharia: química (5), produção (4), mecânica (2), elétrica (2) e civil (3). Foram diferentes cursos, pois esta universidade oferece as disciplinas básicas de forma integrada aos cursos. Neste trabalho serão relatados os resultados de uma destas intervenções, que se refere ao tema atrito.

II. Aportes teóricos

A ideia de metacognição surge com o psicólogo John Hurley Flavell, em 1971. Em 1976, o referido autor entende que a metacognição é o conhecimento que o sujeito tem quanto à sua cognição, ou seja, é o pensar sobre o pensar, associando a reflexão sobre seus conhecimentos e o sentimento em relação à estratégia utilizada para a resolução de uma atividade (FLAVELL, 1979; ROSA, 2011). A metacognição refere-se, entre outras coisas, ao monitoramento ativo e às consequentes regulação e orquestração desses processos em relação aos objetivos cognitivos ou dados que eles suportam, normalmente a serviço de algum objetivo concreto (FLAVELL, 1976, p. 232, tradução nossa).

Essa definição evidencia que a metacognição está associada ao sujeito ter conhecimento sobre seu próprio conhecimento e também de autorregular suas ações por meio de suas escolhas e planejamento das estratégias para atingir o objetivo desejado. Conforme Rosa (2011), em 1977, Flavell detalha como o conhecimento metacognitivo pode atuar como facilitador da ativação da memória indicando que interferem na execução de uma atividade a sensibilidade e o conhecimento de três variáveis – pessoa, tarefa e estratégia.

No que se refere ao elemento **pessoa**, este pode ser identificado com base em manifestações que o indivíduo é capaz de desenvolver durante a realização de uma atividade, como: estar motivado, fazer inferências sobre os conhecimentos em estudo e o modo de realizar tal atividade, participar da formulação de hipóteses, retomando seus conhecimentos e confrontando-os com as colocações de seus colegas, entre outros (ROSA, 2014). Nos processos de ensino e de aprendizagem este elemento se manifesta na identificação pelo aluno de características pessoais, podendo estabelecê-las em comparação com o outro.

² Esta investigação é uma das ações da pesquisa que conta com apoio financeiro do Edital FAPERGS/CAPES 06/2018 – Internacionalização e parte integrante da pesquisa do Edital Chamada CNPq Nº 06/2019 – Bolsas de Produtividade em Pesquisa.

Já o elemento **tarefa**, de acordo com Rosa (2014), representa a abrangência, a extensão e as exigências envolvidas na sua realização. É a identificação das características da tarefa por parte do indivíduo, que aponta o que se refere a essa tarefa e o que ela envolve. Segundo Flavell (1979), há tarefas mais fáceis de serem lembradas que outras; estas são tidas como difíceis por demandarem mais tempo e elementos. Se alguma envolver algo muito complexo, o sujeito pode se sentir desmotivado para executá-la. De acordo com Rosa (2014), quando associado aos processos de ensino e de aprendizagem, é importante que o professor reconheça esse elemento e não proponha tarefas distantes da capacidade de seus alunos, pois estes podem se sentir incapazes de realizá-la.

No elemento **estratégia**, o sujeito questiona o que precisa ser feito, reflete e decide quais são os passos a serem seguidos para atingir o objetivo. Para Flavell, Miller e Miller (1999), é o momento em que o aluno identifica quais são as melhores e mais adequadas estratégias para chegar aos resultados cognitivos. Ou seja, reconhece e traça o caminho de acordo com sua percepção pessoal para aprender, bem como descobrir o motivo que o levou a fazer a escolha por este ou aquele percurso. Nos processos de ensino e de aprendizagem, o referido elemento representa o reconhecimento, por parte do aluno, dos caminhos a seguir para aprender, bem como o que o levou a escolher um deles. Por exemplo, ele infere que, para resolver um problema de Física, precisa percorrer uma via, e que esta não serve para outro embora seja semelhante. Entender a necessidade de adotar diferentes estratégias para a resolução de problemas, remete-o a pensamentos metacognitivos, mas, segundo Rosa (2014, p. 28), é preciso ter cuidado, pois,

[...] nem sempre a identificação de uma estratégia resulta de um pensamento metacognitivo, pois pode estar relacionada apenas aos caminhos a serem executados, sem a identificação das razões que os levaram a escolher tais caminhos, ou seja, pode resultar, por exemplo, de um processo mecânico, no qual se sabe que é assim, mas em se saber o porquê.

A estratégia aqui mencionada não se refere a apenas apontar caminhos ou traçar passos, mas principalmente de saber o motivo pelo qual eles foram escolhidos.

Conforme Flavell (1979), os elementos pessoa, tarefa e estratégia não são independentes e o pensamento metacognitivo é o resultado da integração entre eles, ou seja, juntos compõem o conhecimento do conhecimento que o sujeito precisa ter para desenvolver suas atividades da forma mais eficaz. Por exemplo, um indivíduo pode utilizar mais a estratégia A do que a B caso aquela seja mais adequada para ele naquele momento; já em outro, pode ser a segunda; a escolha depende da situação em que o sujeito se encontra. O reconhecimento, por parte do aluno, de utilizar uma estratégia tem reflexo na tomada de consciência sobre seus conhecimentos, remetendo-o ao pensamento metacognitivo.

Em 1978, estudos da psicóloga Ann Brown trouxeram contribuições para o termo metacognição. Suas ideias convergem com as de Flavell (1976), porém avançam no que se refere ao controle executivo da tarefa. Para Brown (1978), a metacognição representa um

mecanismo autorregulatório constituído por operações vinculadas aos mecanismos de ação do sujeito, e não simplesmente um mecanismo de monitoramento do próprio conhecimento, como defendido por Flavell. A psicóloga também afirma que, somente quando o sujeito tem controle sobre as tarefas cognitivas é que poderá escolher as estratégias mais adequadas. No entendimento da autora, “não basta que o aluno tome consciência de seus conhecimentos; é preciso que ele os operacionalize, pois somente assim saberá se sabe o que julga saber” (ROSA, 2014, p. 37). Brown (1978) apresenta três aspectos em relação ao mecanismo de controle executivo e autorregulador, que são as operações de planificação, monitoração e avaliação.

A **planificação**, de acordo com a autora, é uma previsão do caminho a ser percorrido para se alcançar o objetivo pretendido. É o momento em que o aluno decide a forma de executar a tarefa e o uso dos materiais necessários de acordo com os conhecimentos já identificados em sua estrutura cognitiva e com o objetivo que pretende atingir. Em temas de aprendizagem, esta etapa é identificada como a organização do material para realizar a tarefa, uma atividade experimental, por exemplo:

É o momento que o aluno decide sobre a forma de executar a tarefa, os meios e materiais necessários para tal, tudo de acordo com os conhecimentos já identificados em sua estrutura cognitiva e de acordo com o objetivo a ser atingido (ROSA, 2014, p. 38).

Esse elemento permite ao aluno identificar, em suas estruturas de pensamento, o que sabe sobre a estratégia e qual o seu sentimento em relação a ela, bem como discernir se as escolhas feitas por ele e seu grupo de trabalho estão de acordo com o disponível para tal (ROSA, 2011).

Por sua vez, a **monitoração** controla a ação e revisa os procedimentos, reorganizando as estratégias para se chegar ao objetivo almejado. Para Brown (1978), é o momento em que os alunos estão construindo novos conceitos, avaliando suas hipóteses, confirmando-as ou refutando-as, o que pode, inclusive, mudar o rumo das estratégias. Brown (1978) destaca a importância de “monitorar-se ou revisar cada procedimento executado, reorganizando estratégias como forma de manter o rumo da ação” (ROSA, 2014, p.39). Na aprendizagem, de acordo com Brown, a monitoração “representa a revisão dos conhecimentos realizada pelos alunos no momento em que estão construindo os novos, de modo a poderem avaliar se estão ou não no caminho certo para atingir o objetivo da construção do conhecimento” (ROSA, 2014, p. 39).

Na monitoração, é permitido ao aluno tomar a decisão de mudar a sua estratégia e planejar um novo caminho para atingir seu objetivo. Suas ações podem consistir em retomar com frequência o objetivo e o planejamento, verificando se há equívocos de conhecimentos ou mesmo desvios operacionais. Também existe a possibilidade de ele resgatar estratégias e controlar ativamente sua ação e os conhecimentos envolvidos, organizar dados coletados, tendo em mente o que precisará para os resultados finais da atividade.

Para Rosa (2014), a **avaliação** é o momento em que o aluno retoma e avalia como ocorreu o processo de aprendizagem, analisando as ações que foram tomadas e os avanços atingidos em cada etapa do processo para atingir o objetivo proposto. Essa etapa possibilita avaliar os resultados atingidos a partir dos objetivos propostos. “A avaliação representa o olhar crítico sobre o que se fez na forma de autocontrole” (ROSA, 2014, p. 40). Como exemplo, pode-se citar os alunos chegarem ao final da atividade e perceberem a coerência entre os resultados e o objetivo da atividade. Ou, ainda, identificarem falhas na execução da atividade ou na interpretação de determinado conhecimento. Perceber um equívoco ou um erro conceitual também são exemplos deste elemento.

Rosa (2014) sintetiza os elementos apresentados por Flavell – pessoa, tarefa, estratégia – e os três aspectos relativos ao mecanismo de controle executivo e autorregulador apresentados por Brown – planificação, monitoração, avaliação – em componentes metacognitivos e elementos metacognitivos. Além disso, subdivide a metacognição em dois momentos: conhecimento do conhecimento e controle executivo e autorregulador conforme pode ser observado na Fig. 1 de Rosa (2014, p. 44).

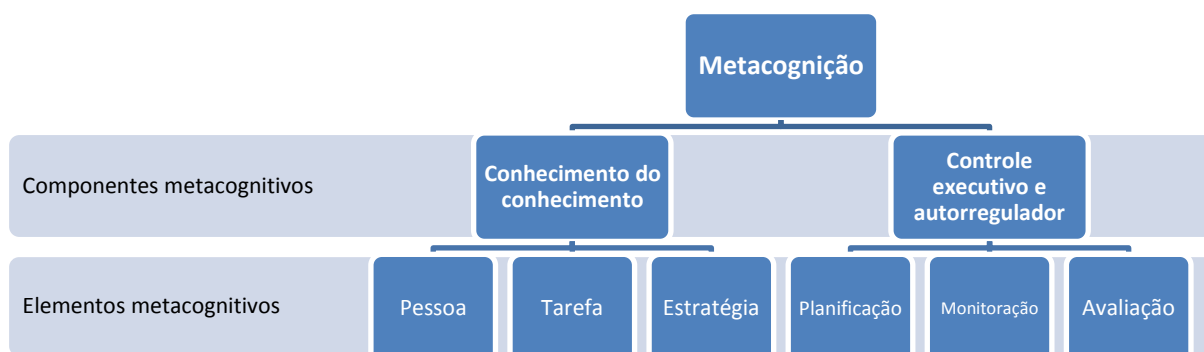


Fig.1 – Componentes e elementos metacognitivos.

Portanto, Rosa (2011, p. 57), apoiada nos estudos de Flavell e Brown, entende que:

Metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos. Nesse sentido, o conceito compreende duas componentes: o conhecimento do conhecimento e o controle executivo e autorregulador.

Os alunos, para Rosa (2011), 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). Nesse contexto, de acordo com a autora, o pensamento metacognitivo atua como mecanismo proporcionador da 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. Segundo Rosa e Meneses Villagrà (2018, p. 585), pode-se entender a metacognição como “[...] o entendimento de como os sujeitos elaboram e identificam seus conhecimentos sobre seu próprio processo cognitivo, ou seja, sobre como percebem que aprendem e recordam as informações”.

III. Metodologia

Em termos metodológicos trata-se de uma pesquisa qualitativa, pelo fato de não levar em consideração dados numéricos, especialmente em razão de o estudo estar relacionado ao significado, bem como à compreensão e interpretação dos processos de pensamento metacognitivo.

O campo de aplicação da pesquisa foi na disciplina de Física I, ao se trabalhar com o tema atrito, nas aplicações das Leis de Newton. Salienta-se que esta intervenção ocorreu logo após a professora ter trabalhado o tema Leis de Newton, em especial, uma aula sobre força de atrito. Nesta aula foram apenas citados exemplos e resolvidos exercícios que envolviam esta força. Por isso, na sequência, optou-se em desenvolver um roteiro-guia orientado por uma situação-problema, a qual poderia ser resolvida com a utilização de simulações computacionais, material concreto ou ainda outra estratégia. É importante dizer que a pesquisadora também foi a professora desta turma durante o período da coleta de dados. No quadro 1, são apresentados o roteiro guia proposto e as questões metacognitivas que foram respondidas em grupo no final da atividade.

O roteiro-guia é autoexplicativo para que a professora/pesquisadora tivesse o mínimo possível de interferência na atividade proposta. Todas as atividades envolveram questionamentos de natureza metacognitiva, com o objetivo de compreender quais foram as estratégias utilizadas, se o pensamento metacognitivo aconteceu ou não e, em caso afirmativo, de que forma. Esses questionamentos levaram o aluno a refletir sobre os caminhos que escolheu, juntamente ao seu grupo, para chegar à solução da situação-problema sugerida, bem como avaliar se as escolhas realizadas foram as melhores, se mudaria ou faria algo de diferente. Nesta intervenção, ao final da atividade, os alunos em pequenos grupos (2 a 3 integrantes) responderam às perguntas metacognitivas que são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1: Roteiro guia e questões metacognitivas

Reconhecendo forças de atrito

Objetivo deste roteiro guia: Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético.

Situação 1: Utilizar o material que está sobre a mesa para determinar o coeficiente de atrito estático e cinético da lixa que está no bloco quando em contato com o papel veludo.

Material: Um bloco de madeira; 1 dinamômetro 2,5N; uma tira de papel aveludado.

Análise: Descrever detalhadamente as estratégias que foram utilizadas para alcançar os objetivos da atividade.

Situação 2: Utilizar um simulador para determinar os coeficientes de atrito estático e cinético considerando os parâmetros pré-estabelecido quando o simulador é aberto.

Material: chromebooks com acesso para o link https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html. Clicar na opção “Atrito”.

Análise:

1. Descrever detalhadamente as estratégias que foram utilizadas para alcançar os objetivos da atividade.
2. Mantendo a mesma superfície de contato, porém aumentado a massa, os valores dos coeficientes mudam ou permanecem os mesmos? Justificar.

Responda:

1. Há força de atrito exercida sobre um corpo parado? Em caso afirmativo, em que condições?
2. Comparar o valor do coeficiente de atrito cinético com o coeficiente de atrito estático, obtido experimentalmente. Os resultados estão de acordo com a previsão teórica, de que $\mu_c < \mu_e$? Comentar.

Questionário respondido individualmente ao final da atividade pelo google formulários:

1. Quais conhecimentos sobre o tema trabalhado você tinha antes de desenvolver a atividade?
2. Durante o desenvolvimento das atividades, o grupo teve de mudar de estratégia para conseguir chegar ao resultado e alcançar o objetivo da atividade? Se sim, descreva quais foram as mudanças.
3. Qual das atividades você gostou mais de realizar, a experimental ou a simulação? Explique por quê?
4. Como você avalia o seu conhecimento antes e depois de realizar a atividade com seu grupo de trabalho? Você adquiriu novos conhecimentos com esta atividade? Se sim, quais?

Fonte: dos autores (2021).

Os questionamentos metacognitivos foram elaborados com base nos seis elementos metacognitivos e inspirados nos trabalhos de Rosa (2011). As inclusões de tais questionamentos tiveram o intuito de auxiliar os investigados na evocação do pensamento metacognitivo, organizando suas ideias e planejamentos futuros, inclusive fora do contexto escolar. Além disso, contribuíram para a organização didática da professora/pesquisadora que, ao conhecer as estratégias de pensamento de seus alunos, pôde adaptá-los aos conteúdos e ações propostas.

No que se refere aos instrumentos de coleta de dados, estes foram coletados de diferentes formas, a saber: questionários metacognitivos; diários de campo para registros da observação sistemática da professora/pesquisadora; gravação de áudio dos alunos, em pequenos grupos, durante a realização das atividades dos roteiros-guia.

Os dados foram analisados e organizados seguindo os elementos metacognitivos propostos por Flavell (1971) e Brown (1978) e interpretados por Rosa (2011). Para cada elemento metacognitivo, foram estabelecidos balizadores, que são ações relacionadas a cada

um dos elementos. Estes são apresentados no quadro 2 e foram propostos com o intuito de colaborar na análise de dados.

Quadro 2: Elemento metacognitivo e respectivos balizadores.

Elemento	Balizadores
Pessoa	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer o conteúdo ou parte dele e relacioná-lo com aprendizagens anteriores. - Avaliar seus conhecimentos necessários para realizar a atividade.
Tarefa	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer comparações entre ações envolvidas na atividade e outras já realizadas.
Estratégia	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar com base em suas características pessoais ou discutindo com seus colegas qual será a melhor estratégia para atingir o objetivo. - Identificar a atividade com outra já realizada e avaliar em termos de equipamentos e materiais disponíveis se estes são suficientes para a realização da atividade.
Planificação	<ul style="list-style-type: none"> - Planejar as ações, tendo como referência seus conhecimentos, a tarefa envolvida e a estratégia a ser utilizada. - Ter clareza de por onde começar a atividade e do caminho a ser trilhado para chegar ao seu objetivo.
Monitoração	<ul style="list-style-type: none"> - Confrontar a ação em execução e o objetivo pretendido. - Avaliar se os materiais e equipamentos estão de acordo com o planejado. - Realizar questionamentos e participar das decisões do grupo, questionando o que está sendo realizado, de forma a revisar as ações executadas, valorizando esta etapa da atividade experimental. - Sistematizar os dados coletados, tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental.
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> - Retomar o resultado encontrado, identificando o modo executado e se este permitiu atingir o objetivo e verificar as hipóteses inferidas no início do estudo. - Avaliar o resultado em termos de possíveis equívocos ou distorções de conhecimento ou operacionais na execução da atividade experimental. - Apresentar clareza do conhecimento adquirido com a realização da atividade experimental e dos meios que o levaram a chegar a este conhecimento.

Fonte: dos autores (2021).

Para a identificação dos sujeitos desta pesquisa foram utilizados códigos, como por exemplo, Qx Ex, quando se faz referência ao questionamento respondido durante a atividade x, pelo aluno x. Os códigos Ax Ex são alusivos aos áudios transcritos do aluno x em cada uma das intervenções; já PEx é concernente aos registros dos alunos no teste-piloto; por sua vez, DP diz respeito aos registros do diário de campo da professora/pesquisadora.

III. Resultados

Nesta seção, são apresentados dados que evidenciam a presença dos seis elementos metacognitivos durante a realização da atividade.

O elemento metacognitivo **pessoa** está relacionado à identificação pelos alunos das características pessoais nas quais eles reconhecem suas convicções sobre si mesmos (mitos, crenças, preconceitos, conhecimentos) e sobre seus colegas. É perceptível quando relatam: “[...] *tinha alguma coisa do ensino médio, não tão aprofundado e tinha uma visão um pouco diferente*” (E16). Observa-se nos relatos dos alunos que eles relembram do conteúdo e também avaliam seus conhecimentos quando reconhecem que não foi “tão aprofundado” ou que foram “noções básicas”.

Ao analisar os dados, pode-se inferir que se evidenciou o elemento metacognitivo **pessoa** quando os sujeitos buscaram identificar, em suas estruturas de pensamento, aquilo que já sabiam a respeito do conteúdo, como é apresentado no seguinte excerto: *Conhecíamos a existência de forças diversas, mas não sabíamos características de forma específica* (Q2 E9, Q2 E12).

Esse excerto comprova que o elemento **pessoa** esteve presente quando os alunos conseguiram identificar o tema da atividade com conhecimentos que já possuíam e também convergiam com o balizador “Apresentar consciência do objetivo a ser atingido e de que conhecimento precisa para respondê-lo”. Essa característica foi um tema marcante para os sujeitos da pesquisa no Ensino Médio, pois, dos dezesseis participantes, dez fizeram um apontamento semelhante ao aluno Q2 E3: *Tínhamos uma base do Ensino Médio, muito básico e pouco aprofundado*. Complementam-se essas ideias nestes excertos:

Tinha alguma coisa do ensino médio, não tão aprofundado e tinha uma visão um pouco diferente (Q2 E16).

Eu vi qualquer coisa no ensino médio (...) a base é do ensino médio e eu não lembrava nada, praticamente nada (Q2 E11).

Noções básicas das aulas de ensino médio (Q2 E7).

Os três depoimentos acima convergem com os balizadores de “Reconhecer o conteúdo ou parte dele e o relacionar com aprendizagens anteriores” e “Avaliar seus conhecimentos em função dos necessários para realizar a atividade”. Neles, os alunos relembram o conteúdo e avaliam seus conhecimentos quando reconhecem que não foi “tão aprofundado” ou que foram “noções básicas”, o que evidencia características metacognitivas do elemento **pessoa**. Essa é uma característica desse elemento; é o momento em que o sujeito, diante da atividade, identifica suas crenças, mitos e conhecimentos, assim como suas características com as do outro, e faz um *feedback* da estrutura interna de seu pensamento (ROSA, 2011).

O elemento metacognitivo **tarefa** vincula-se à identificação do aluno com o tipo de atividade que será desenvolvida, ou com as informações necessárias para realizar a atividade, bem como com a superação de possíveis dificuldades para obter êxito na tarefa. Observa-se na fala: “*Temos facilidade para realizar esta tarefa, pois o simulador a torna mais acessível*” (E10, E13).

Neste elemento, os alunos têm a oportunidade de refletir e estabelecer comparações entre ações que exigem níveis diferentes de cobrança, além de verificar e superar possíveis dificuldades. A tarefa é um elemento que faz parte do primeiro grupo, que pertence ao conhecimento do conhecimento, considerado da ordem de pensamento e, portanto, complexo de ser acessado conforme definido por Flavell (1979). Entretanto, pelas observações da professora/pesquisadora e registro em seu diário de campo, pode-se destacar que: “*Todos os grupos buscaram um caminho para resolução. Em alguns momentos poderiam não estar no caminho certo, porém entre os membros do próprio grupo, conseguiram mudar ou adaptar o caminho que haviam escolhido*” (DP).

Outro aspecto do elemento tarefa é seu grau de dificuldade. Para Rosa (2014), o sujeito, ao se deparar diante de uma delas, recorre a seus pensamentos e verifica o grau de dificuldade que ela apresenta, percebendo-se capaz de realizá-la ou desmotivado para efetivá-la. Ao verificar que já efetuou algo semelhante, sente-se estimulado, por isso a importância de as atividades propostas pelo professor não serem demasiadamente distantes da capacidade dos alunos. Para Flavell (1976), o reconhecimento da tarefa a ser executada e dos requisitos necessários para realizá-la pertence à tomada de consciência do discente sobre seus conhecimentos. Essa identificação o habilita a buscar relações com o já feito em ações passadas, procurando relacionar os elementos pertinentes entre as atividades conforme expresso nos depoimentos a seguir: *Sim, entendemos a tarefa. Ela nos lembra a atividade realizada em aula sobre a Lei de Hooke, em que tínhamos que achar os valores de k para as diferentes elongações da mola* (Q2 E10, Q2 E13).

Pelo fragmento, observa-se que o balizador “Estabelecer comparações entre ações envolvidas na atividade e outras já realizadas” foi contemplado pelos alunos citados. Para Rosa (2011), essa identificação pode favorecer a compreensão do sujeito para novas aprendizagens. Estas, quando não ocorre a identificação com as atividades já realizadas, tendem a ser prejudicadas, pois se apoiam no resgate das anteriores, o que se refere tanto aos conhecimentos envolvidos na atividade como aos procedimentos a elas inerentes. Dessa forma, de acordo com Rosa (2011), o elemento metacognitivo tarefa contribui para que a retomada de pré-requisitos seja efetivada pelos alunos, demonstrando que as experiências pessoais obtidas no passado não podem ser esquecidas; ao contrário, precisam ser ativadas para subsidiar as próximas. Sendo assim, nesse elemento, pelos dados coletados, evidenciou-se que os alunos se lembraram de outras atividades semelhantes, já realizadas na disciplina conforme depoimento: *A gente identifica ela com a última, a que a gente fez na última aula (...) calcular o coeficiente de atrito* (A2 E16).

A relação com outras atividades e o conhecimento pessoal de um determinado tema também remetem ao reconhecimento dos níveis de dificuldades, pois: *Temos facilidade para realizar esta tarefa, pois o simulador a torna mais acessível* (A2 E10, A2 E13) e *Com o conhecimento prévio do simulador, parece ser mais fácil a realização da tarefa* (A2 E1, A2 E7). O uso de simulação favorece a compreensão do fenômeno pelo aluno, segundo Medeiros e Medeiros (2002), pelo fato de as atividades computacionais fornecerem múltiplas representações simultâneas, como um gráfico e uma tabela ao mesmo tempo em que se observa o fenômeno de forma dinâmica. Outra vantagem é a possibilidade de alterar o valor das variáveis, permitindo o teste de diversas hipóteses. Portanto, no elemento tarefa, confirmou-se que a lembrança de já ter realizado algo semelhante pode facilitar a resolução de uma nova tarefa:

A gente entende e que a gente usou o simulador, foi usado em outras aulas né? A professora já mostrou, por isso já tinha uma noção de como funcionava (A2 E3).

Entendemos a tarefa e a identificamos como a realizada em uma das aulas (Q2 E3, Q2 E16).

Lembra que com a borracha tipo, pra ele começar a andar era maior né? Tinha que ter mais força (A2 E4).

As estratégias foram baseadas na comparação de situações similares (Q2 E2).

Essas situações similares podem estar associadas a outros momentos na disciplina, em que foi utilizado o simulador do Phet para a construção e discussão de conceitos, como força ou para simular o movimento de projéteis, lembrado pelos alunos.

O elemento metacognitivo **estratégia** está relacionado a quando, onde, como e por que aplicar determinadas táticas para realizar a tarefa (ROSA, 2011). Para esse elemento as manifestações são relativas ao reconhecimento pessoal diante do caminho que deverá ser seguido para atingir o objetivo; ao estabelecimento das comparações entre ações já executadas em outras atividades e as necessárias a esta, incluindo a avaliação dos equipamentos e materiais disponíveis. Destacam-se os excertos: *“Interpretamos as fórmulas de força de atrito”* (E12, E14, E15); *“Utilizar bastante o simulador par obter resultados e assim resolver os cálculos”* (E8, E15); *“Discutir os possíveis resultados e analisá-los de acordo com o que foi passado em aula”* (E7).

No que se refere ao balizador, *“Identifica com base em suas características pessoais ou discutindo com seus colegas qual será a melhor estratégia para atingir o objetivo”*, a escolha do caminho que planejaram e optaram seguir está relacionada com suas habilidades pessoais; por exemplo, preferir utilizar o simulador ao invés da experimentação prática. Essa evidência foi observada pela professora/pesquisadora e registrada em seu diário de campo. *“Todos os grupos utilizaram o chromebook em algum momento, seja para acesso aos simuladores ou a pesquisa na internet”* (DP). Além de *“[...] muitos grupos iniciaram a atividade utilizando os simuladores”* (DP).

A escolha do caminho para a solução da situação-problema acontece de acordo com as experiências pessoais sejam elas pelo uso de aplicativos, equações, vídeos ou outras vivências. O segundo balizador desse elemento “Identifica a atividade com outra já realizada e avalia em termos dos equipamentos e materiais disponíveis se estes são suficientes para realização da atividade”, é explicitado por estas enunciações:

Vamos utilizar as opções que o simulador oferece como: soma das forças, velocidade e aplicando a força sobre o objeto para descobrir o Comparar várias situações no simulador, como corpo com a sem aplicação de força, com ou sem atrito, com massas diferentes (Q2 E1, Q2 E7).

Após aplicaremos fórmulas adequadas para encontrar os coeficientes de atrito estático e cinético desejados (Q2 E3, Q2 E16).

Observa-se também que o simulador é uma estratégia de resolução sugerida em termos dos equipamentos e materiais disponíveis. Ele é utilizado para fins de comparação ou como descoberta da solução da situação-problema.

Excertos transcritos neste trabalho evidenciam que os sujeitos traçaram estratégias de resolução distintas, provavelmente pensadas a partir de suas facilidades ou dificuldades em relação ao tema e buscaram recursos cognitivos quando tiveram que pensar nos conceitos envolvidos, ou seja, *iremos medir a força de atrito estático máxima e de atrito cinético. Calcularemos as constantes de atrito (Q2 E9, Q2 E12)*. Já os metacognitivos ocorreram quando estruturaram um caminho para chegarem à resolução das questões propostas no roteiro guia. O excerto que segue complementa essa evidência:

[...] depois eu veria com quantos newtons no máximo não entra em movimento e aí a gente calcula o estático e depois com quantos newtons entra em movimento e diminui pra saber o cinético, porque o cinético tem que ser menor que o estático (A2 E10).

Essas ações mostram a evocação do pensamento metacognitivo, pois os alunos ativaram elementos cognitivos ao lembrarem o que já sabiam sobre força e descreveram “caminhos” para chegar ao objetivo da atividade, ou seja, se monitoraram e pensaram metacognitivamente. Para Flavell, Miller e Miller (1999), quando os sujeitos definem “caminhos”, estes representam as estratégias adequadas para se chegar a resultados cognitivos.

O uso de equações para resolução é outro aspecto marcante e se fez presente na solução das situações-problema apresentadas: *Após aplicaremos fórmulas adequadas para encontrar os coeficientes de atrito estático e cinético desejados (Q2 E3, Q2 E16)*.

O uso de equações para a resolução de problemas é muito comum na Física; porém, em muitos casos, o aluno as decora e aplica sem entender o motivo pelo qual a escolheu. O ensino centrado no imediatismo da resposta correta o leva a tomar esta atitude e a não pensar

sobre a situação que lhe foi apresentada, sendo que a interpretação do contexto, muitas vezes, pode ser realizada sem o uso de uma equação propriamente dita.

A **planificação** refere-se ao planejamento das ações a serem realizadas, previsão das etapas, avaliação das estratégias selecionadas em relação à finalidade e aos resultados da ação. Para Brown (1987) o planejamento inicia no momento em que se conhece o problema; por isso, é importante a discussão do procedimento antes de iniciar a atividade. E8 e E15 evidenciam este elemento: *“Com base no conhecimento que ambos possuem vamos buscar trabalhar/pensar juntos. E dependendo da atividade proposta buscaremos virtualmente”* (E8 e E15). Observa-se que eles fizeram uma previsão das etapas, para depois avaliarem as estratégias selecionadas em relação à finalidade e aos resultados da ação, fixando metas sobre como proceder para realizá-la.

Nos trechos apresentados, evidencia-se indícios do elemento planificação mostrando que pode ter ocorrido um planejamento prévio à ação, convergindo com o balizador “Planejar as ações tendo como referência seus conhecimentos, a tarefa envolvida e a estratégia a ser utilizada”: *A gente planejou usando os conhecimentos que a gente lembrava da prática na aula (A2 E5).*

É relevante informar que esse elemento foi o mais difícil de ser evidenciado nas observações, visto que os alunos, de imediato, iniciaram as tarefas, explicando ou escrevendo rapidamente. Se houve um planejamento, ele não foi citado pela professora/pesquisadora em suas observações. Já nas questões respondidas individualmente, após as atividades, alguns relatos indicam que parte dos alunos dedicou um tempo para discutir as estratégias. Entretanto, ficou explícito que “esse tempo” foi insuficiente para pensarem sobre o que precisavam fazer; o movimento inicial foi “sair fazendo” e depois verificar e refletir sobre o que tinham feito. *O grupo leu em conjunto as questões e pensou em conjunto, não houve mudanças de planos, seguimos a mesma estratégia de início ao fim (Q2 E8).*

Quanto ao balizador “Ter clareza de por onde começar a atividade e do caminho a ser trilhado para chegar ao objetivo da atividade”, os alunos demonstraram clareza dos caminhos que pretendiam seguir, pois todos os grupos tiveram iniciativa para efetivar a resolução da atividade. Dessa forma, pode-se justificar a compreensão de por onde começar a resolução. Outro aspecto que se destaca no elemento planificação é a utilização dos simuladores como um recurso para auxiliar na compreensão e resolução da situação-problema proposta: *A gente abriu o simulador, simulamos os valores de massas e com isso conseguimos identificar a força de atrito estático e o cinético, com o cálculo de massas e gravidade calculamos o valor normal (A2 E13).*

Sobre o elemento planificação e sua evidência na atividade realizada, pode-se inferir que os alunos, em sua maioria, não planejam, já “saem procurando” na internet uma resposta pronta. Essa relação se deve ao fato de ela oferecer muitas informações; porém, nessa procura, é necessário o uso de critérios. Para Rosa (2011), planejar não se restringe a organizar as ações executivas operacionais, mas sim ordenar os conhecimentos necessários para a

realização da atividade. Se por exemplo, antes de partir para um campo de tentativas e erros, fossem pensadas as possibilidades e termos para a busca, ganharíamos tempo em nossas pesquisas na internet, pois estaríamos sendo mais objetivos.

A **monitoração** representa os processos de pensamento durante a atividade. Envolve as decisões tomadas durante o processo de execução, apontando avanços ou recomeços. O elemento monitoração pode ser percebido no seguinte relato; “[...] nos fez pensar e discutir sobre as questões. [...]decidi buscar informações adicionais na literatura” (E3);

É uma etapa fundamental para que o sujeito verifique se está no caminho que o levará até o objetivo que quer alcançar, pressupondo-se ser um indivíduo ativo, engajado e capaz de construir seus conhecimentos nesse processo de interação.

A monitoração representa os processos de pensamento durante a atividade e envolve as decisões tomadas durante o processo de execução, apontando avanços ou recomeços. Esse elemento retoma o objetivo e o planejamento da atividade para verificar se as estratégias traçadas e planejadas são pertinentes para se atingir o objetivo almejado. É um controle ativo da ação e dos conhecimentos envolvidos com os dados coletados a fim de se obter o resultado final da atividade. São exemplos de indícios do elemento monitoração: *Troca de dinamômetro para ter resultados mais aproximados. Continuamos avaliando diversas situações no decorrer na prática (Q2 E1, Q2 E7).*

Esse relato expressa que houve, no decorrer das atividades, a presença do elemento monitoração, pois os sujeitos executavam a atividade e se autorregulavam ao avaliarem se tal estratégia pensada e planejada faria sentido no momento de resolvê-la, além de confrontarem a ação em execução e o objetivo pretendido, o que atende ao balizador “Confrontar a ação em execução e o objetivo pretendido”. Em síntese, é um avançar e retroceder, verificando cada etapa e modificando a ação sempre que necessário para se atingir o objetivo proposto na situação-problema e um controle ativo da ação e dos conhecimentos envolvidos com os dados coletados a fim de se obter o resultado final da atividade.

O elemento monitoração também se refere aos materiais utilizados para a experimentação prática, assim como os recursos simulador, material de aula e livros utilizados se estiverem de acordo com o planejado. Segundo os envolvidos nas atividades, houve relatos de problemas com os materiais práticos, como por exemplo, os dinamômetros e os blocos na intervenção do roteiro guia 2:

Tivemos que utilizar dinamômetro mais preciso para que conseguíssemos enxergar as forças (Q2 E9, Q2 E12).

O bloco foi trocado para um coeficiente de atrito maior, assim como o dinamômetro foi trocado por um mais preciso (Q2 E4, Q2 E11).

Tivemos que trocar o dinamômetro, pois estava descalibrado, o que alterava o resultado (Q2 E2, Q2 E6).

Eu estava usando a lixa, por isso tá dando errado (...) o lado errado, não, na primeira vez usei a lixa, mas agora, por isso estava dando diferente (A2 E16).

Esses depoimentos têm conexão com o balizador “Avaliar se os materiais e equipamentos estão de acordo com o planejado” e se referem a situações comuns que ocorrem quando são utilizadas atividades experimentais em sala de aula. Embora o roteiro tenha sido testado e funcionado previamente, é normal que, no momento do desenvolvimento da atividade, ocorram problemas com os equipamentos, como o dinamômetro que não estava calibrado ou dificuldades de medir a força aplicada em uma determinada situação quando não se está utilizando instrumentos de precisão. Em efeito: *Trocamos o dinamômetro por um mais preciso (A2 E11)*. Portanto, os alunos perceberam que as medidas não estavam de acordo com os resultados previstos; isso é uma evidência de monitoração, pois perceberam que havia um equívoco e retomaram as estratégias fazendo uma verificação dos processos planejados.

Nessas situações, os alunos também precisam vivenciar sua formação, pois nem sempre suas experiências iniciais provocam um êxito imediato, tampouco o reconhecimento de que não estão realizando a ação de forma correta. Vale também destacar que investigar os possíveis erros é fundamental para o sucesso da atividade. Além disso, torna-se necessário questionar se as medidas e resultados encontrados fazem sentido para a situação-problema ou se ocorreu algo não previsto inicialmente. Tais ações são uma forma de monitoração do processo e estão de acordo com o balizador “Realizar questionamentos e participar das decisões do grupo questionando o que está sendo realizado, de forma a revisar as ações executadas, valorizando esta etapa da atividade experimental”. Na sequência, mais um depoimento: *A gente não vai chegar exato, mas o 1 pra 0,9 da diferença (A2 E2)*.

Os questionamentos e colocações dos alunos demonstram a sua preocupação e o propósito de atingir o objetivo da atividade. Quanto às decisões e participação em grupo, destaca-se o comentário de E2 relativo à atividade desenvolvida no roteiro guia sobre atrito. A monitoração se evidenciou quando ele apontou a inferência da discussão em grupo na tomada de decisão: *só depois de muito, muito, muito discutir eu achei esse diagrama aqui, que está dizendo o que eu escrevi, que a força de atrito é estática, por isso que ele é mantido parado (A2 E2)*. Outros relatos convergem com essa ideia:

Fomos discutindo a questão, até chegarmos a um resultado (E 3 E16).

[...] deu a mesma coisa, será que a gente calculou certo? Talvez eu só coloquei aqui errado, porque deu a mesma coisa, 2π x raiz de 0,2 sobre 10, deu a mesma coisa, então pra ter 0,20, precisa ter 3 (A2 E2).

As decisões finais das atividades propostas foram apresentadas e discutidas com o grupo, momentos que foram registrados pela professora/pesquisadora: *Eles discutem muito, alguns divergem de ideias, argumentam, mas ao final chegam a um acordo do que concordam para responder o que está sendo solicitado (DP)*. Isso demonstra o potencial de se

trabalhar em pequenos grupos. A tomada de decisão e os aprendizados, muitas vezes, estão atrelados a comentários e depoimentos de colegas que confirmam ou refutam as hipóteses iniciais.

Quanto ao balizador “Sistematizar os dados coletados tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental”, essa ação foi evidenciada pela professora/pesquisadora e registrada em seu diário de campo: *Diversos alunos ao coletarem os dados, quando realizam a atividade experimental (tanto de queda livre como de atrito), fazem os registros deste em seus cadernos pessoais, alguns os organizam na forma de quadros ou tabelas para serem utilizados posteriormente* (DP). De fato, os alunos perceberam que, ao aplicar uma determinada equação, não chegariam ao resultado esperado e só depois lembraram que deveriam ter utilizado outra equação para aquela situação, o que demonstra a monitoração do processo. Segundo Rosa (2011, p. 92), um ensino autorregulatório:

[...] permite aos alunos a escolha de estratégias e métodos que melhor se adaptem para alcançar o objetivo almejado, oportunizando uma flexibilização quanto à identificação do sujeito com uma ou outra estratégia, ao passo que a utilização de estratégias metacognitivas se apresenta como uma escolha já estabelecida de antemão.

Brown (1978) também enfatiza a importância da monitoração para manter o rumo da ação. Para a autora, na aprendizagem, esse elemento representa a revisão de conhecimentos à medida que novos (conhecimentos) estão sendo construídos, permitindo que os alunos avaliem se estão ou não no caminho certo para atingir o objetivo da construção do conhecimento.

O elemento **avaliação** verifica se os alunos compreendem o que foi feito e os caminhos que adotaram para chegar ao resultado e se o resultado encontrado corresponde ao objetivo da atividade. Avaliar para Rosa (2011, p. 233) significa “rever o realizado, a fim de identificar os caminhos que permitiram chegar até ali”. O excerto a seguir, evidencia a presença do elemento avaliação.

Conversamos bastante, e tentamos utilizar a lógica, mas não foi o suficiente. Diversas vezes mudamos os métodos e as opiniões, fizemos a prática de soltar a bolinha e cronometrar os segundos, tentamos através de regra de três chegar a um resultado, mas não deu certo, então partimos para o uso de equações e a lógica de cada grandeza, como a da aceleração e o que ela faz com a velocidade (E6).

No que se refere ao balizador “Retomar o resultado encontrado, identificando o modo executado e se este permitiu atingir o objetivo e verificar as hipóteses inferidas no início do estudo”, ficou explícita sua ocorrência nas observações da professora/pesquisadora em seu diário de campo quando registra que, *ao final da atividade, depois de terem respondido à questão, os alunos voltam a ler a pergunta e verificam se esta foi plenamente*

respondida (DP). Em efeito, houve uma avaliação metacognitiva do processo, pois os alunos retomaram o objetivo e verificaram se a resposta fazia sentido.

Essa ação de avaliação, em especial para o ensino de Física, pode ser evidenciada quando o aluno percebe que existe coerência entre o resultado encontrado e o esperado, principalmente quando se trata dos numéricos e se constata que ele não é um absurdo. Essa avaliação está mais relacionada ao procedimento e à coerência com o objetivo proposto.

Outra avaliação a ser realizada se refere às escolhas e caminhos que foram trilhados, sendo relacionada às vivências, crenças e bagagem cognitiva que o sujeito possui sobre determinado assunto e que vai influenciar suas escolhas. Para Rosa (2011, p. 230):

[...] ao final, o estudante não avalie apenas seus conhecimentos cognitivos, respondendo ao objetivo da atividade, mas retome e identifique a estrutura que o levou a compreender e a executar a atividade. É o momento de identificar e retomar o que foi feito.

Concorda-se com Rosa (2011) quando ela salienta que a avaliação merece um destaque, pois representa um momento final da atividade e corresponde ao confronto entre as ideias iniciais e os resultados de âmbito cognitivo obtidos com a realização da tarefa. Porém, nem sempre isso acontece, pois, os alunos, às vezes, julgam a execução do procedimento em uma atividade experimental como a etapa de encerramento, não considerando a discussão dos dados e resultados obtidos. Neste sentido, os questionamentos são importantes para que a avaliação efetivamente aconteça.

É neste momento que o aluno reconhece seus erros e suas fragilidades e, ao professor, cabe enxergar nesse erro uma possibilidade de novas construções, favorecidas pela forma como o pensamento metacognitivo foi estabelecido. Como relata E11 sobre o episódio da intervenção 2: *Vamos fazer assim, depois a gente chama a professora e pergunta para ela se o que a gente fez tá certo ou não (Q2 E11)*.

Mas, em algumas situações, ocorreu a avaliação do processo sem que houvesse a necessidade de alterações das estratégias planejadas. Os relatos de E10 e E13 comprovam a afirmação: *Não tivemos mudanças de planos, pois com o passo a passo planejado, conseguimos chegar ao resultado desejado.*

Por sua vez, E7 afirmou que, na primeira intervenção: *Continuou o mesmo (o resultado) porque a gente continuou com as mesmas informações, continuou com a mesma base, com as mesmas informações.* Esses excertos apontam que nem a resolução envolve uma mudança de estratégia. O aluno pode optar por um caminho e segui-lo até atingir o resultado esperado, pois, segundo Rosa (2011), o relevante é não se restringir apenas aos resultados finais, mas confrontá-los com o objetivo pretendido, isto é, pensar no processo.

Em relação ao balizador “Apresentar clareza do conhecimento adquirido com a realização da atividade experimental e dos meios que o levaram a chegar a este conhecimento”, as enunciações de alguns alunos mostram esse aspecto. Na intervenção,

houve declarações semelhantes: *Conforme fomos fazendo as ideias sobre atrito foram ficando mais claras (A2, E7).*

Os relatos dos alunos referentes à melhora no reconhecimento de um conceito, no raciocínio lógico e na compreensão de significados confirmam que os participantes desta pesquisa entenderam os conhecimentos discutidos nas atividades, bem como os processos que os levaram a essa percepção. Segundo Rosa (2011), verificar se entenderam a atividade desenvolvida e a compreensão do conhecimento envolvido também são características do elemento avaliação no processo metacognitivo.

Nesse sentido, pode-se afirmar que as discussões em grupo se fizeram presentes em vários momentos durante as intervenções. Estas levaram os alunos a refletirem sobre suas ideias e escolhas, contribuindo para o pensamento cognitivo quando eles se lembravam de conteúdos, (re)construíam novos e escolhiam o melhor caminho ou estratégia a adotar diante de uma determinada situação.

Essas evidências corroboram as ideias de Flavell, Miller e Miller (1999) quando eles defendem que uma estratégia cognitiva pode ser ao mesmo tempo metacognitiva. Ao proporcionarmos momentos para o discente identificar o conhecimento em estudo em situações por ele já vividas, estamos favorecendo a aproximação do conhecimento com os objetivos cognitivos. Por sua vez, esse discente está recorrendo ao uso das estratégias metacognitivas de avaliação do que já sabe sobre esse conhecimento, o que pode levá-lo a gerar experiências metacognitivas. Estas, de acordo com Flavell (1979), são orientadas pelo conhecimento metacognitivo que conduz ao uso das estratégias metacognitivas, que poderão mostrar o caminho para atingir o objetivo cognitivo. Essa forma de pensamento - trazer elementos cognitivos e metacognitivos em uma mesma situação - parece ter ficado evidente nas três atividades propostas, pois os alunos demonstraram valorizar o conhecimento ao se lembrarem de fatos que já haviam vivenciado.

Para complementar a análise dos dados é apresentada no quadro 3 uma relação entre os elementos metacognitivos, os balizadores propostos e os excertos que conversam com estes balizadores.

Quadro 3: Elemento metacognitivo, balizadores e excertos da pesquisa.

Elemento	Balizadores	Excertos referentes aos balizadores
Pessoa	- Reconhecer o conteúdo ou parte dele e relacioná-lo com aprendizagens anteriores. - Avaliar seus conhecimentos necessários para realizar a atividade.	<i>Conhecíamos a existência de forças diversas, mas não sabíamos características de forma específica (Q2 E9, Q2 E12). Tínhamos uma base do Ensino Médio, muito básico e pouco aprofundado (Q2 E3)</i>
Tarefa	- Estabelecer comparações entre ações envolvidas na atividade e outras já realizadas.	<i>Sim, entendemos a tarefa. Ela nos lembra a atividade realizada em aula</i>

		<p>sobre a Lei de Hooke, em que tínhamos que achar os valores de k para as diferentes elongações da mola (Q2 E10, Q2 E13).</p> <p>A gente identifica ela com a última, a que a gente fez na última aula (...) calcular o coeficiente de atrito (A2 E16).</p>
Estratégia	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar com base em suas características pessoais ou discutindo com seus colegas qual será a melhor estratégia para atingir o objetivo. - Identificar a atividade com outra já realizada e avaliar em termos de equipamentos e materiais disponíveis se estes são suficientes para a realização da atividade. 	<p>Discutir os possíveis resultados e analisá-los de acordo com o que foi passado em aula (E7).</p> <p>Vamos utilizar as opções que o simulador oferece como: soma das forças, velocidade e aplicando a força sobre o objeto para descobrir o Comparar várias situações no simulador, como corpo com a sem aplicação de força, com ou sem atrito, com massas diferentes (Q2 E1, Q2 E7).</p> <p>[...] depois eu veria com quantos newtons no máximo não entra em movimento e aí a gente calcula o estático e depois com quantos newtons entra em movimento e diminui pra saber o cinético, porque o cinético tem que ser menor que o estático (A2 E10).</p>
Planificação	<ul style="list-style-type: none"> - Planejar as ações, tendo como referência seus conhecimentos, a tarefa envolvida e a estratégia a ser utilizada. - Ter clareza de por onde começar a atividade e do caminho a ser trilhado para chegar ao seu objetivo. 	<p>Com base no conhecimento que ambos possuem vamos buscar trabalhar/pensar juntos. E dependendo da atividade proposta buscaremos virtualmente” (E8 e E15).</p> <p>A gente abriu o simulador, simulamos os valores de massas e com isso conseguimos identificar a força de atrito estático e o cinético, com o cálculo de massas e gravidade calculamos o valor normal (A2 E13).</p>
Monitoração	<ul style="list-style-type: none"> - Confrontar a ação em execução e o objetivo pretendido. - Avaliar se os materiais e equipamentos estão de acordo com o planejado. - Realizar questionamentos e participar das decisões do grupo, questionando o que está sendo realizado, de forma a revisar as ações 	<p>[...] nos fez pensar e discutir sobre as questões. [...]decidi buscar informações adicionais na literatura” (E3); “Troca de dinamômetro para ter resultados mais aproximados. Continuamos avaliando diversas situações no decorrer na prática” (E1,</p>

	<p>executadas, valorizando esta etapa da atividade experimental.</p> <p>- Sistematizar os dados coletados, tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental.</p>	<p>E7).</p> <p><i>Troca de dinamômetro para ter resultados mais aproximados. Continuamos avaliando diversas situações no decorrer na prática (Q2 E1, Q2 E7).</i></p> <p><i>Tivemos que utilizar dinamômetro mais preciso para que conseguíssemos enxergar as forças (Q2 E9, Q2 E12).</i></p> <p><i>Trocamos o dinamômetro por um mais preciso (A2 E11).</i></p> <p><i>Fomos discutindo a questão, até chegarmos a um resultado (E 3 E16).</i></p> <p><i>Eles discutem muito, alguns divergem de ideias, argumentam, mas ao final chegam a um acordo do que concordam para responder o que está sendo solicitado (DP)</i></p> <p><i>Diversos alunos ao coletarem os dados, quando realizam a atividade experimental (tanto de queda livre como de atrito) fazem os registros deste em seus cadernos pessoais, alguns os organizam na forma de quadros ou tabelas para serem utilizados posteriormente (DP)</i></p>
Avaliação	<p>- Retomar o resultado encontrado, identificando o modo executado e se este permitiu atingir o objetivo e verificar as hipóteses inferidas no início do estudo.</p> <p>- Avaliar o resultado em termos de possíveis equívocos ou distorções de conhecimento ou operacionais na execução da atividade experimental.</p> <p>- Apresentar clareza do conhecimento adquirido com a realização da atividade experimental e dos meios que o levaram a chegar a este conhecimento.</p>	<p><i>Conversamos bastante, e tentamos utilizar a lógica, mas não foi o suficiente. Diversas vezes mudamos os métodos e as opiniões, fizemos a prática de soltar a bolinha e cronometrar os segundos, tentamos através de regra de três chegar a um resultado, mas não deu certo, então partimos para o uso de equações e a lógica de cada grandeza, como a da aceleração e o que ela faz com a velocidade” (E6).</i></p> <p><i>Ao final da atividade, depois de terem respondido à questão, os alunos voltam a ler a pergunta e verificam se esta foi plenamente respondida (DP).</i></p> <p><i>Continuou o mesmo (o resultado) porque a gente continuou com as mesmas informações, continuou com a</i></p>

		<p><i>mesma base, com as mesmas informações (E7).</i></p> <p><i>Conforme fomos fazendo as ideias sobre atrito foram ficando mais claras (A2, E7).</i></p>
--	--	---

Fonte: dos autores (2021).

Ao concluir a análise, pode-se inferir que os seis elementos metacognitivos - pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação -, estiveram presentes na intervenção e evocados por diferentes sujeitos. Os três primeiros, por estarem vinculados ao conhecimento do pensamento, foram mais difíceis de serem percebidos segundo observações da professora/pesquisadora. Porém, os questionamentos realizados, tanto de forma escrita como oral, durante as atividades, foram essenciais para a identificação posterior desses indícios. Já os três últimos, em função de estarem mais relacionados à ação do sujeito, foram mais fáceis de serem identificados, inclusive durante a resolução das atividades. Em suma, para cada elemento, houve contribuições no que se refere à evocação do pensamento metacognitivo.

III. Considerações

Com a análise apresentada foi possível verificar, com maior ou menor profundidade, os elementos metacognitivos que emergiram durante a aplicação do roteiro guia. Como esta foi a segunda intervenção explorada, alguns alunos ainda não expressaram ou escreveram com clareza seu pensamento metacognitivo, pois esse processo é longo e necessita de uma relação de confiança entre aluno e professor, segundo Rosa (2011). Pode-se inferir que a postura de aluno e o desempenho acadêmico teve uma expressiva melhora, durante a disciplina, evidenciando que a metacognição pode ser um caminho para auxiliar o aluno no reconhecimento de sua forma de aprender.

Rosa e Meneses Villagrà (2018) enfatizam que, quando os alunos têm contato com processos metacognitivos, conseguem identificar quais são os caminhos que lhes possibilitam aprender de maneira mais autônoma e eficiente. Diante desse contexto, é possível inferir que a reflexão metacognitiva é produtiva na tomada de consciência do pensamento metacognitivo dos discentes, levando-os a identificar conhecimentos e estratégias necessárias para resolver determinada atividade. Essa conjuntura permite que tenham ciência do caminho percorrido e avaliem as escolhas relacionadas à sua estrutura cognitiva ativada durante o desenvolvimento da atividade e, dessa forma, melhorem seus processos de aprendizagem.

Referências bibliográficas

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: Erlbaum, 1978. v. 1, p. 77-165. Disponível em:

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED146562.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2019.

CARDOSO, H. M.; DE CASTRO SOUZA, G. F. SOARES, D. J. M. Estudo da retenção no curso de Bacharelado em Engenharia Civil do IFMG-Campus Piumhi. *Revista Sítio Novo*, v. 5, n. 1, p. 56-64, 2020. Disponível em:

<https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/811>. Acesso em: 03 jan.2021

FERNANDES FILHO, O. P. O desenvolvimento cognitivo e a reprovação no curso de Engenharia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 27., 2001, Porto Alegre, RS. Anais [...]. Brasília, DF: ABENGE, 2001.* Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/cobenge.php>. Acesso em: 10 jan. 2021.

FLAVELL, J. H. First discussant's comments: what is memory development the development of? *Human Development*, New York, EUA, n. 14, p. 272-278, 1971. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/26761846?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 10 abr. 2021.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. *In: RESNICK, L. B. (Ed.). The nature of intelligence*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 1976. p. 231-236.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry. *American Psychologist*, Washington, EUA, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/%20ee65/2f0f63ed5b0cfe0af4cb4ea76b2ecf790c8d.pdf>.

Acesso em: 6 jan. 2019.

FLAVELL, J. H.; MILLER, P. H.; MILLER, S. A. **Desenvolvimento cognitivo**. Tradução: Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

GERAB, F.; VALÉRIO, A. D. A. Relação entre o desempenho em física e o desempenho em outras disciplinas da etapa inicial de um curso de engenharia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, p. 1-9, 2014. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000200017.

Acesso em: 05 jan. 2021.

HORA, K. E. R.; MESQUITA, G. G. M.; GOMES, R. B. Análise das reprovações discentes no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG). **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 66-82, set. 2017. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/46579>. Acesso em: 10 jan. 2021.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.

OLIVEIRA, L. D.; RAMOS, T. C.; CARNEIRO, J. A. S. A. O.; LANDI JÚNIOR, S. Conhecimentos de Matemática básica de graduandos nos anos iniciais de Engenharia: desafios, fragilidades e enfrentamentos possíveis. **Revista BOEM**, Florianópolis, v. 8, n. 16, p. 134-152, 2020. DOI: 10.5965/2357724X08162020134. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/18000>. Acesso em: 05 jan. 2021.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 38, p. 105-119, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/Andr%C3%A9ia/Downloads/1612-4579-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Andr%C3%A9ia/Downloads/1612-4579-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 14 jan. 2021.

PASSOS, F. G. dos *et al.* Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas dos cursos de Engenharia da UNIVASF. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 35., 2007, Curitiba. **Anais [...]**. Brasília, DF: Cobenge, 2007. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/publicacoes.php>. Acesso em: 10 jan. 2021.

ROSA, C. T. W. DA. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95261>. Acesso em: 15 jun. 2018.

ROSA, C. T. W. DA. **Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação**. Passo Fundo, RS: UPF, 2014. *E-book*. Disponível em: http://editora.upf.br/images/ebook/metacognicao_ensino_fisica.pdf. Acesso em: 8 abr. 2019.

ROSA, C. T. W. DA; MENESES VILLAGRÁ, J. A. Metacognição e Ensino de Física: Revisão de pesquisas associadas a intervenções didáticas. **Revista Brasileira de Pesquisa em**

Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 581-608, maio/ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4851>. Acesso em: 12 jul. 2019.

SILVA, A. C. *et al.* Análise dos índices de reprovação nas disciplinas de Cálculo I e AVGA do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal da Bahia de Vitória da Conquista. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION – INTERTECH’2016*, 14., 2016, Salvador, BA. **Anais** [...]. Salvador, BA: INTERTECH, 2016. p. 1 Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/337285554_Analise_dos_indices_de_reprovacao_nas_disciplinas_calculo_I_e_AVGA_do_curso_de_Engenharia_Eletrica_do_Instituto_Federal_da_Bahia_de_Vitoria_da_Conquista. Acesso em: 10 jan. 2021.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).