



**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA ENVOLVENDO ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS:
ANÁLISE DE PROPOSTAS DIDÁTICAS**

Solving of physical problems involving metacognitive strategies: analysis of didactic proposals

Cleci Teresinha Werner da Rosa [cwerner@upf.br]
*Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Programa de Pós-graduação em Educação
Universidade de Passo Fundo
BR 285, Passo Fundo, RS, Brasil*

Caroline Maria Ghiggi [caroline.ghiggi@hotmail.com]
*Rede privada de ensino
Passo Fundo, RS, Brasil*

Resumo

A metacognição tem recebido atenção especial nos estudos que envolvem a aprendizagem e, aos poucos, vem ocupando espaço no contexto educacional, especialmente por favorecer a autonomia e potencializar a aprendizagem. A partir dessa identificação e tendo por base o estudo de Rosa (2011), que mostrou a pertinência de sua associação com as atividades experimentais em Física, o presente estudo ocupa-se de desenvolver e analisar propostas didáticas que permitam a aproximação desse constructo com a resolução de problemas em Física. O objeto do estudo situa-se em identificar as possibilidades de associar as estratégias metacognitivas com a resolução de problemas em Física, avaliando a sua pertinência didática na voz de futuros professores. Para atingir o objetivo pretendido, o estudo estrutura de distintas formas quatro propostas didáticas de resolução de problemas orientadas pela metacognição e aplica com alunos de um curso de Física - Licenciatura. A análise dos dados coletados permitiu apontar para a viabilidade das quatro propostas didáticas estruturadas e evidenciou que os futuros professores têm uma preocupação em oportunizar a qualificação da aprendizagem de seus futuros alunos e, para isso, se mostram abertos a discutir e analisar alternativas didáticas. Além disso, evidenciou que as propostas podem representar benefícios à aprendizagem, especialmente em termos de contribuir para que os estudantes sejam mais reflexivos e autônomos em suas aprendizagens. Ainda, representou uma oportunidade de aprendizagens de estratégias de ensino que podem ser empregadas nas ações docentes futuras.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Estratégias metacognitivas; Formação inicial de professores; Resolução de problemas.

Abstract

Metacognition has received special attention in studies involving learning and, gradually, it has been taking up space in the educational context, especially by promoting the autonomy and enhance learning. Based on this identification and on the study of Rosa (2011), who showed the pertinence of its association with experimental activities in Physics, the present study is concerned with development and analyzing didactic proposals that allow the approximation of this construct with problem solving in Physics. The object of the study is to identify the possibilities of associating the metacognitive strategies with the solving of problems in Physics, Evaluating their didactic pertinence in the voice of future teachers. The analysis of the data collected allowed pointing the viability of the four structured educational proposals and it showed that future teachers have a concern about creating opportunities for the qualification of learning of their future students and, for this, they show themselves opened to discuss and analyze didactic alternatives. In addition, it has shown that the proposals can represent benefits to learning, especially in terms of contributing so that the students are more reflexive and autonomous in their learning. It also represented an opportunity to learn teaching strategies that could be used in future teaching actions.

Keywords: Physics Teaching; Metacognitive strategies; Initial teacher training; Problem solving.

INTRODUÇÃO

A necessidade de que a escola proporcione situações que favorecem a autonomia na aprendizagem representa um dos desafios anunciados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) ao destacar que: “O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo” (Brasil, 1998, p. 14). Essa capacidade de aprender leva ao desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, cuja pretensão é ultrapassar a fragmentação dos conteúdos e as técnicas para decorar conceitos e fórmulas presentes no ensino tradicional e conservador da escola. A autonomia dos estudantes frente ao seu processo de aprendizagem está relacionada à sua capacidade de aprender e de continuar aprendendo ao longo da vida.

Tal importância leva a questionar a forma como isso pode ocorrer, ou seja, como favorecer a autonomia e o aprender a aprender no contexto escolar? Essa temática, especialmente em se tratando do Ensino de Física, tem sido pouco explorada nas pesquisas nacionais, como mostrou Rosa e Pinho-Alves (2009) e Rosa, Darroz e Rosa (2017). No contexto escolar, Ribeiro (2003) evidencia que os professores têm pouco direcionado suas práticas no sentido de promover situações que buscam a autonomia e o pensamento reflexivo.

O exposto apresenta e justifica a escolha do tema a que este trabalho se dedica a discutir, levando a refletir possibilidades didáticas para o Ensino de Física que favoreçam a autonomia e o aprender a aprender. Nesse sentido, o estudo apoia-se na metacognição como elemento estruturante das ações didáticas recorrendo a estudos que revelam ser o pensamento metacognitivo favorecedor dessa autonomia e do pensamento crítico (Chi & Glaser; Rees, 1982; Ribeiro, 2003). Tais estudos evidenciam, ainda, que esse é o diferencial na qualidade da aprendizagem em Física. Nessa linha, Ribeiro (2003) menciona que a metacognição ganha cada vez mais espaço no sistema de ensino internacional. Isso porque ela se mostra como uma excelente alternativa para nortear os estudantes a efetuarem uma busca autônoma pelo conhecimento. Dessa forma, segundo a autora, “a metacognição pode, então, ser vista como a capacidade-chave de que depende a aprendizagem, certamente a mais importante: aprender a aprender, o que por vezes não tem sido contemplado pela escola” (p. 115).

Associada ao exposto está a questão anunciada por Monereo e Castelló (1997), de que, para o professor utilizar estratégias metacognitivas, é preciso que ele tenha conhecimento sobre tal. Ainda, que ele as utilize em sua organização pedagógica e, também, no momento de explicar os conteúdos escolares. Sobre isso, Zohar e Barzilai (2013), ao analisarem pesquisas no campo da Educação em Ciências (2000-2012), mostram que há uma lacuna em termos de discussão desse constructo teórico nos cursos de formação inicial e continuada de professores, podendo ser uma das razões pelas quais os professores têm recorrido pouco a esse tipo de atividade. Além disso, as autoras ressaltam que, para ensinar amparando-se na metacognição, professores de Ciências precisam de conhecimento sólido nessa área, bem como conhecimento pedagógico relacionado ao contexto do ensino de metacognição. No entanto, apontam que há uma carência de literatura nessa temática e, com isso, ela tem sido pouco explorada com os professores. Ou seja, os professores dificilmente têm conhecimento suficiente sobre metacognição e seu ensino.

Diante da potencialidade ofertada pelo uso do pensamento metacognitivo para a aprendizagem, de modo especial na promoção da autonomia dos estudantes e frente à necessidade de qualificar o processo de ensino e aprendizagem em Física, surgem indagações referentes à possibilidade de sua associação com as ferramentas didáticas utilizadas no Ensino de Física: quais as possibilidades de vincular a resolução de problemas em Física ao uso de estratégias de natureza metacognitiva? Em que medida elas são favorecedoras da aprendizagem em Física?

O recorte em termos da resolução de problemas decorre da identificação de que essa ação didática é a mais utilizada pelos professores no Ensino de Física (Peduzzi, 1997; Clement, 2004). Assim, o foco central do estudo situa-se em discutir como a metacognição pode favorecer futuros professores de Física a resolverem problemas de Física de forma mais eficiente e reflexiva (Dufresne, Leonard & Gerace, 2002). Dessa forma, eleger-se como objetivo geral identificar as possibilidades de associar as estratégias metacognitivas com a resolução de problemas em Física, avaliando sua pertinência na voz de futuros professores.

De forma mais específica, pretende-se discorrer sobre um conjunto de propostas didáticas estruturadas para favorecer a tomada de consciência dos sujeitos sobre seus conhecimentos e autorregular-se durante atividades de resolução de problemas em Física do tipo “lápiz e papel”. Essa modalidade é entendida, como mostram Martínez-Losada *et al.* (1999) reportando-se a Pozo *et al.* (1994), como uma importante atividade que auxilia os estudantes a aprender a aprender, permitindo a eles aplicar

conhecimentos da resolução de problemas na vida diária. Além disso, os autores referenciando-se em Garret (1988) mencionam que a resolução de problemas também é importante para o desenvolvimento do pensamento criativo. Ainda se referenciando em Garret (1988), Martínez-Losada *et al.* (1999) relatam que os problemas do tipo lápis e papel “são uma atividade habitual nas aulas de Ciências cujo valor formativo é amplamente reconhecido pelos professores” (p. 211, tradução nossa).

Por problemas do tipo “lápis e papel” entendem-se aqueles que, de acordo com Meneses Villagrà (2018), são os denominados “exercícios ou problemas quantitativos de aplicação” e “exercícios algoritmos”. Ao propor uma classificação envolvendo seis tipos de problemas, os dois primeiros mencionados pelo autor se encaixam nos abordados neste estudo e inferidos como do tipo “lápis e papel”. De acordo com o autor, ambos os tipos apresentam enunciados que “contêm indícios de aplicação de uma lei, fórmula ou procedimento que se espera que os estudantes utilizem [...] e se resolve utilizando um ou vários algoritmos” (p. 24, tradução nossa).

Para atingir o objetivo mencionado, foram estruturadas, a partir do referencial teórico, quatro possibilidades didáticas de orientação metacognitiva para a resolução de problemas em Física, sendo testada junto a um grupo de futuros professores de Física.

METACOGNIÇÃO E OS PROCESSOS EDUCATIVOS

Como forma de fundamentar as propostas didáticas estruturadas para este estudo, recorre-se ao entendimento de metacognição e as discussões envolvendo estratégias de aprendizagem. O conceito de metacognição ainda permanece nebuloso na literatura, contudo, como lembram Zohar e Barzilai (2013), pode ser expresso em termos do núcleo comum e coeso que se mantém em torno do apresentado por Flavell (1976; 1979), considerado o pioneiro nos estudos da temática. Definição sintetizada e ajustada por Rosa (2011) a partir das duas componentes anunciadas por Flavell (1976) e do modo como elas estão articuladas entre si: “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” (p. 57).

Flavell (1979) adota os conhecimentos metacognitivos (conhecimento do conhecimento) como aqueles vinculados às convicções e aos conhecimentos relacionados à cognição que são adquiridos pelo sujeito através das experiências metacognitivas (envolvem questões afetivas). De acordo com Rosa (2014), esse conhecimento resulta da experiência metacognitiva dos sujeitos e afeta diretamente o rendimento da aprendizagem. Reportando-se a Flavell (1979), a autora menciona que o conhecimento do conhecimento está relacionado a três variáveis distintas: pessoa, tarefa e estratégia. “O conhecimento metacognitivo se estabelece por meio da tomada de consciência das próprias variáveis mencionadas, bem como pelo modo que elas interagem e influenciam no alcance do objetivo cognitivo” (p. 21).

A primeira variável está relacionada às convicções e aos mitos que o sujeito tem sobre sua própria cognição, as comparações que ele faz sobre si mesmo com os outros e aos conhecimentos relacionados ao que ele sabe sobre a cognição humana, como a memória, por exemplo. A segunda variável está ligada às características da tarefa em pauta, tanto em termos do que ela é quanto do que envolve. A terceira relaciona-se à capacidade do estudante em reconhecer que, para cada tipo de objetivo, há estratégias disponíveis e de saber como usá-las. A integração dessas variáveis resulta no conhecimento do conhecimento e os indivíduos devem utilizá-lo em suas atividades, a fim de que possam regular sua própria aprendizagem, ou seja, o sujeito deve ter consciência de suas características, saber reconhecer as especificidades das tarefas e sua finalidade, bem como saber escolher a estratégia mais adequada com a proposta.

A segunda dimensão que concerne à metacognição é a de gestão da atividade mental, também definida como controle executivo ou autorregulação (habilidades metacognitivas). Tal dimensão consiste na capacidade do sujeito para refletir e agir sobre sua cognição. Brown (1987) detalha o apresentado por Flavell em relação a esse aspecto da metacognição, especificando que ele abrange a capacidade do sujeito para planificar, monitorar e avaliar seu percurso durante a aprendizagem ou a execução de uma ação.

A planificação é a etapa responsável pelo planejamento das estratégias para a realização de uma tarefa de acordo com especificidades, como características e grau de exigência, em relação ao objetivo pretendido. A monitoração relaciona-se à capacidade do sujeito em verificar e controlar sua ação, a fim de alcançar seus objetivos, englobando as intervenções que ele realiza por meio de suas estratégias. Para Rosa (2014), esse momento de revisão dos conhecimentos é fundamental, pois oportuniza analisar as decisões tomadas e avaliar se são pertinentes em relação ao seu propósito. O processo autorregulador da avaliação,

por sua vez, é entendido como a capacidade do sujeito de analisar a coerência do resultado obtido com o objetivo, revisando as estratégias que realizaram, quais conhecimentos são resultados da tarefa e, também, quais os possíveis erros que podem ter acontecido.

Trazendo a metacognição para o contexto escolar, Rosa, Darroz e Rosa (2013) afirmam que:

“[...] é preciso entender que a metacognição exerce função essencial na aprendizagem, oferecendo aos estudantes 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 estudantes precisam ser estimulados a desenvolver competências cognitivas e compreendem os objetivos das atividades, fazendo um plano da sua execução” (p. 18).

Todo o processo relacionado à metacognição se manifesta no ensino e na aprendizagem por meio das estratégias (Monereo, 2001). A utilização dessas estratégias – de modo que contemplem não apenas os objetivos cognitivos, mas também o desenvolvimento da consciência sobre como ocorre a construção desse conhecimento – favorece a autonomia frente aos processos envolvidos na construção do conhecimento. Além disso, enriquece o desenvolvimento do estudante sob uma perspectiva mais ampla, de modo que ele reconheça suas potencialidades e dificuldades, refletindo assim sobre seu próprio aprendizado.

Monereo, Pozo e Castelló (2001) realizam uma reflexão quanto à realidade da sociedade em relação ao contexto escolar atual e defendem o ensino de estratégias de aprendizagem. Com o acesso ilimitado a todo tipo de informação, os sujeitos podem desenvolver novas competências, como a capacidade de filtrar informações equivocadas e lidar com conhecimentos que, segundo os autores, têm data de validade. Nesse contexto, cabe às pessoas serem aprendizes não apenas em período escolar, mas por toda a vida. O propósito da educação não está distante do fato de armazenar informações, mas sim de dominar procedimentos, gestão do conhecimento e procedimentos de aprendizagem, pois

“[...] até recentemente, as mudanças tecnológicas fundamentais eram tão espaçadas que passaram várias gerações antes de uma mudança ocorrer. Cada geração teve o suficiente para entender e dominar a tecnologia de seu tempo [...]. No entanto, hoje é necessário fazer atualizações e ajustes cada vez mais radicais, não só o conhecimento desses arquivos, incluindo os procedimentos para acessá-los. Por conseguinte, para satisfazer a condição de "aprendizes ao longo da vida", o mais eficaz vai dominar um conjunto versátil de procedimentos, especializada em gestão de conhecimento de natureza diferente; procedimentos de aprendizagem que podem ser usados estrategicamente, quando as circunstâncias o exigirem” (Monereo, Pozo & Castelló, 2001, p. 212, tradução nossa).

Portanto, para adequar-se a esse contexto promovendo a autonomia de aprendizagem dos estudantes quanto à capacidade de gerir informações e à utilização estratégica do conhecimento, aponta-se a necessidade do ensino de estratégias de aprendizagem ao mesmo tempo que se ensinam conteúdos específicos. Para Couceiro Figueira (2006), essas estratégias são “comportamentos e pensamentos que o sujeito pode utilizar no decurso da aprendizagem e que influenciam a forma como processa a informação, através da ativação, controle e regulação dos processos cognitivos” (p. 7). Por meio dessas definições, podemos perceber que as estratégias de aprendizagem vão ao encontro tanto da cognição quanto da metacognição.

Rosa (2014), apoiando-se em uma perspectiva mais ampla, define que “estratégias de aprendizagem representam um conjunto de comportamentos e pensamentos (processos mentais) postos em ação pelos estudantes com o objetivo de lograr êxito em sua aprendizagem” (p. 86). Em termos da relação entre as cognitivas e as metacognitivas, Flavell, Miller e Miller (1999) ressaltam que elas se diferenciam por apresentarem diferenças no seu funcionamento, bem como por atuarem em níveis diferentes do pensamento. Na estratégia cognitiva, seu papel é alcançar o objetivo cognitivo almejado; já a metacognitiva avaliará se a estratégia cognitiva utilizada está correta em razão da avaliação do seu progresso.

Ao elucidar essa diferença, Rosa (2014) traz exemplos vinculados ao ensino de Física, especificamente em relação à resolução de problemas. De acordo com a autora, quando as estratégias na resolução de problemas se relacionam ao aspecto cognitivo, percebem-se situações como: destaque de palavras-chave, retirada dos dados presentes na questão, escolha de fórmulas que possuem as variáveis relacionadas às grandezas presentes na questão. Já no uso das estratégias que abrangem aspectos

metacognitivos, percebe-se quando o aluno constrói representações da Física abordada na situação, quando busca retomar suas experiências com uma atividade semelhante ou o modo como o professor resolveu esse tipo de questão. Continua a autora mencionando que as estratégias de aprendizagem de ordem metacognitiva têm muita importância nos processos de ensino e de aprendizagem por “representarem processos mentais que buscam capacitar os estudantes a identificar seus conhecimentos e controlar suas ações, permitindo-lhes realizar tarefas de forma a obter mais êxito” (p. 87-88).

Para Pozo e Postigo (2000), a implementação desse tipo de estratégias exige um contexto metacognitivo e reflexivo, mas também requer conhecimento conceitual e procedimentos eficazes relacionados à aprendizagem. Portanto, o ensino das estratégias de aprendizagem deve ser simultâneo aos conteúdos disciplinares. Segundo Coll (1986), para que os estudantes possam atingir o objetivo de se autorregular, ou seja, de aprender a aprender, os conteúdos são necessários, pois as estratégias não “se adquirem no vazio”, e as estratégias são essenciais, uma vez que é por intermédio delas que o sujeito irá planificar e monitorar a própria atividade.

Ao fazer o uso de estratégias metacognitivas, o estudante aciona tanto seus conhecimentos prévios relacionados a conteúdos disciplinares quanto suas estratégias cognitivas. O sujeito “torna-se um espectador de seus próprios modos de pensar e das estratégias que emprega para resolver problemas, buscando identificar como aprimorá-los” (Davis, Nunes & Nunes, 2005, p. 211-212). Logo, continuam os autores, para obter êxito nas atividades, é necessário o uso da dimensão metacognitiva da aprendizagem, pois “quando se consegue isso, é possível alcançar um nível mais abstrato e explicativo de compreensão da situação-problema, formulando-a em termos generalizáveis e, portanto, transferíveis” (p. 212).

Com base no exposto, pode-se afirmar que as estratégias metacognitivas são fundamentais para que os estudantes possam aprender e, também, desenvolver sua autonomia. Tais estratégias estão intrinsecamente relacionadas às de dimensão cognitivas e aos conhecimentos prévios dos sujeitos e podem se desenvolver em distintas possibilidades no ensino; no entanto, sempre orientadas em ações que promovam a autorregulação.

PROPOSTAS DIDÁTICAS DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA

Para a elaboração das propostas didáticas – objeto de discussão deste texto –, tomaram-se por referência as discussões anteriores estruturando quatro possibilidades. O intuito é ofertar distintas alternativas considerando a importância de que alunos e professores possam tomar decisões procedendo a escolhas frente à situação apresentada. Processo esse que faz parte de um pensamento reflexivo, de autonomia e de natureza metacognitiva. As propostas didáticas estruturadas são apresentadas e discutidas na sequência.

Uso de *prompts* orientativo

A primeira proposta elaborada refere-se ao uso de *prompts* orientativos para guiar a ação dos alunos durante a resolução de problemas. Esses *prompts* são protocolos constituídos por perguntas com a finalidade de facilitar a implementação da aprendizagem autônoma em um processo centrado no estudante, que participa ativamente da construção social da aprendizagem.

Nessa direção, os estudos de Hinojosa e Sanmartí (2016) mostram que o uso de guias como os *prompts* representam recursos para auxiliar os estudantes a se habituarem a pensar antecipadamente sobre como resolver um problema, realizando uma identificação sobre seus conhecimentos, sobre a tarefa e a estratégia a ser utilizada. Além disso, eles aprendem a planejar a execução e esse planejamento é seguido de uma avaliação sobre o que foi realizado. Contudo, os autores ressaltam que cabe aos professores a valorização desses processos e não apenas a análise dos resultados atingidos. Desse modo, os alunos poderão tomar consciência acerca da importância da reflexão antes do fazer.

A proposta neste estudo vinculado à resolução de problemas é que o professor construa com os alunos *prompts* e que eles passem a usá-los como estruturador do seu pensamento e guia de sua atividade. Esses deverão estar estruturados na forma de perguntas associadas a cada um dos elementos vinculados às duas componentes metacognitivas elencadas por Flavell (1976) e apresentadas na seção anterior. Em relação à primeira componente, o conhecimento do conhecimento, o objetivo está em instigar no aluno a tomada de consciência sobre seus conhecimentos e sobre as experiências vivenciadas quanto à atividade proposta (resolução de problemas em Física); em termos da segunda componente, o foco está em estruturar e regular a ação.

Como exemplo de perguntas para compor os *prompts* relacionados ao conhecimento do conhecimento, menciona-se: O que eu conheço sobre o assunto desse problema? O conhecimento que eu tenho disponível é o necessário para resolver esse problema? Já realizei alguma atividade semelhante a essa? Tenho dificuldades em resolver situações-problema desse tipo? Compreendo quais as etapas iniciais da resolução do problema? Conheço estratégias que podem ser utilizadas na realização dessa atividade? Com relação às habilidades metacognitivas, exemplifica-se mencionando as seguintes possibilidades de perguntas: Qual a melhor estratégia para utilizar na resolução desse problema? Qual é o objetivo do problema? Quais as grandezas Físicas envolvidas nesse problema? O desenvolvimento da minha resolução está indo ao encontro do objetivo do problema? Preciso modificar alguma estratégia que estou utilizando? O resultado encontrado é coerente com as discussões teóricas realizadas sobre o conteúdo? Outra estratégia teria surtido um resultado melhor que a escolhida? Quais os novos conhecimentos adquiridos a partir desse problema?

Os questionamentos presentes nos *prompts* servem para sinalizar aos alunos que devem ativar seus conhecimentos e habilidades metacognitivas e podem ser estruturados especificamente para cada problema ou tipo de problema ou, ainda, organizados de forma mais geral, servindo como um guia genérico orientativo para os alunos. O intuito dessa proposta apresentada é que os *prompts* mais gerais sirvam para classes de problemas, uma vez que a estruturação de um guia específico para um problema poderá resultar em dificuldades para os estudantes frente à necessidade de sua elaboração para cada problema apresentado. A busca é por proporcionar com os *prompts* a autonomia dos estudantes frente ao seu processo de utilizar pensamentos associados às duas componentes metacognitivas, o conhecimento do seu próprio conhecimento e a autorregulação.

Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema

A segunda proposta é estruturada de forma a favorecer o monitoramento e avaliação da compreensão. Coleoni *et al.* (2001) abordam que os estudantes com melhor desempenho na resolução de problemas são aqueles que utilizam recursos metacognitivos relacionados ao controle executivo e autorregulador, pois esses permitem refletir sobre o objetivo a ser alcançado e o que é necessário realizar para isso. Nesse sentido, a opção dos autores foi por destacar que as variáveis mais importantes na resolução de problemas de qualquer natureza são o monitoramento da própria compreensão e a avaliação da ação realizada. Contudo, os demais elementos igualmente se mostram presentes, mas a serviço da compreensão e do monitoramento.

A partir dessa inferência, a proposta didática foi estruturada de modo a propor que, em situações de resolução de problema como os tradicionalmente apresentados nos livros didáticos de Física, o licenciando deverá reelaborar o enunciado apresentado adaptando-o a uma situação que lhe é familiar e, posteriormente, realizar as representações dessa situação-problema por meio de um desenho. Apenas após a realização desses procedimentos o estudante poderá buscar a solução do problema em termos matemáticos e confrontar a resposta encontrada com suas representações e a coerência desses resultados. A ênfase está no controle da própria compreensão, ou seja, o aluno compreendeu o que precisa ser feito e tem consciência do resultado que deverá encontrar.

A ideia central é a tomada de consciência acerca de conhecimentos prévios e dos necessários para a resolução do problema. A consciência dos estudantes sobre seus conhecimentos e ações, ao utilizar como suporte de conhecimentos suas experiências anteriores, permite construir representações mentais mais significativas, o que pode contribuir para a aprendizagem. É a partir da tomada de consciência acerca de seus conhecimentos prévios e dos conhecimentos necessários para a resolução do problema que o sujeito irá construir uma representação da situação, relacionada às suas experiências cognitivas e vivenciais. Isso contribui de modo que o aluno possa evocar os pensamentos metacognitivos referentes aos recursos de monitoração e avaliação da componente autorregulação.

O processo autorregulador da avaliação consiste na capacidade do sujeito de analisar a coerência do resultado obtido frente aos propósitos do estudo, revisando as estratégias que utilizou e os conhecimentos evocados na resolução da tarefa. Além disso, representa a identificação do caminho percorrido até chegar a essa resposta, o que fica evidenciado pelo elemento metacognitivo da avaliação que possibilita a reflexão frente aos resultados. A esse respeito, Coleoni *et al.* (2001) afirmam que existem níveis de representação das situações e, quanto mais elevado o nível, maior a compreensão do sujeito acerca da situação.

“O nível superficial corresponde à formulação exata do texto com as mesmas palavras e estrutura sintática do mesmo [...] O segundo nível de representação é a base de texto, que consiste essencialmente na representação do sentido do texto na forma de proposições [...]. O resultado da compreensão de um texto inclui informação adicional a partir do conhecimento do leitor. Um terceiro nível de representação que também inclui outras propostas da memória do leitor, ou seja, sua base de conhecimento” (p. 287, tradução nossa).

Com base nos níveis de representação, a proposta didática apresentada encontra-se associada ao terceiro nível de compreensão, pois o estudante necessita ultrapassar o entendimento da estrutura sintática do texto, devido à indispensabilidade de associar elementos de esquemas já estruturados em sua cognição para a reelaboração e a ilustração da situação.

Desse modo, a proposta de repensar a situação e fazer sua ilustração permite um contato mais estreito do sujeito com o proposto no enunciado. Ao invés de ler superficialmente tal enunciado e imediatamente tentar aplicar os dados em uma equação, ele será instigado a pensar e a compreender a situação de acordo com os fenômenos e grandezas envolvidos. Isso implica a necessidade de analisar suas ações, identificar se as estratégias adotadas o levarão a atingir o objetivo, corrigir eventuais erros e analisar se o resultado condiz com o proposto, promovendo um pensamento autorregulador.

Explicação da situação-problema ao colega

Como terceira proposta, apresenta-se a possibilidade de os estudantes dialogarem sobre seus conhecimentos e suas estratégias frente aos problemas apresentados. Rosa (2011) aborda que há um número relevante de estudos que evidenciam que o diferencial entre os estudantes considerados experts em Física (facilidade na aprendizagem) em relação aos novatos (dificuldades na aprendizagem) é o uso do pensamento metacognitivo. De acordo com a autora, tais estudos apontam que os experts analisem a situação-problema em termos dos conceitos físicos envolvidos e constantemente monitoram sua ação frente ao objetivo proposto; enquanto os novatos buscam a solução diretamente via substituição das variáveis na expressão matemática, pouco analisando a situação sob o ponto físico.

Nesse sentido, a ideia essencial dessa proposta é que o graduando identificado pelo professor como expert interaja com outro graduando considerado novato e possa narrar sua forma de solucionar o problema. Nesse sentido, espera-se que o novato, frente à percepção do modo metacognitivo de solucionar o problema utilizado pelo colega, possa fazer uso disso e reorganizar sua forma de pensar. A interação entre os sujeitos passa a ser a tônica do processo e, como nos lembra Vygotsky (1999), é a partir dessa interação que o conhecimento é inicialmente construído; somente depois passará a ser internalizado pelos sujeitos. Ou seja, o conhecimento vai do interpessoal para o intrapessoal. Assim, promover espaços de trocas e de diálogo entre os colegas no momento em que resolvem problemas representa uma possibilidade de aprendizagem.

As atividades que recorrem à interação dos estudantes são alternativas que a literatura, no caso do Ensino de Física, aponta como possibilidade de qualificação na aprendizagem. Um dos métodos discutidos nas pesquisas é o da Instrução pelos Colegas (IpC) ou Peer Instruction, que “busca promover a aprendizagem com foco no questionamento para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor” (Araujo & Mazur, 2013, p. 364). O potencial de atividades como essa, em que há troca entre colegas, é ancorado no fato de que, elas possam “auxiliar o professor negociando os significados desejados, tendo a vantagem de naturalmente se expressarem de forma mais próxima ao usual no diálogo entre seus colegas” (p.375). Continuam os autores destacando que “dessa forma, uma dinâmica de interlocução entre os alunos, que podem se revezar no papel de ‘parceiro mais capaz’, encontra uma forma de viabilização efetiva em sala de aula” (p.375).

A possibilidade de desenvolvimento do sujeito ao interagir com os colegas experts reside na possibilidade da tomada de consciência desse sujeito em relação à sua compreensão. Esse processo é fundamental, pois esse é o momento em que identificam o seu modo de pensar, “como se processam as informações que lhes são fornecidas, caracterizando-se pela identificação de suas crenças, mitos e conhecimentos, assim como pela identificação dessas características no outro” (Rosa, 2011, p. 25). Isso permite ao estudante pensar sobre suas características ao resolver o tipo de problema em questão, suas habilidades e dificuldades e as estratégias disponíveis para a resolução. A intensão é que cada vez mais ele possa perceber suas potencialidades e suas limitações, de modo a desenvolver-se até que tenha êxito e

reconheça sua evolução. Em se tratando da autorregulação, o estudante deverá expor ao outro qual sua proposta de resolução e seu planejamento em relação às estratégias que vai utilizar para atingir o objetivo da atividade, ou seja, sua planificação.

Resolução de problemas com elaboração de previsões

A quarta proposta didática a ser apresentada toma como referência a importância da previsão como aspecto estruturante da cognição e ativador do pensamento metacognitivo. O predizer leva à recuperação na memória de conhecimentos que podem servir de ancoradouro para os novos e subsidiar a aprendizagem. Nesse contexto, a evocação do pensamento metacognitivo é favorecida à medida que o aluno, ao mesmo tempo que busca argumentos para subsidiar suas hipóteses sobre a solução de determinado problema, reconhece seus conhecimentos sobre o assunto e sobre a tarefa e, também, estrutura mentalmente possibilidades de solução. Para Rosa (2011), a formulação de hipóteses na busca pela solução de um problema possibilita ao aluno “mobilizar os conhecimentos já presentes em suas estruturas cognitivas, construindo-os e reconstruindo-os de forma contínua e progressiva. As hipóteses indicam que há ‘algo’ a ser testado, verificado, no transcorrer da atividade” (p. 142).

Diante dessa potencialidade representada pela formulação de hipóteses ou pelo predizer antes de iniciar a atividade, essa quarta proposta didática centra sua operacionalização nessa alternativa e infere a possibilidade de que o aluno, ao ler o enunciado, faça uma previsão sobre o resultado a ser obtido na resolução do problema proposto. Dessa forma, o aluno deverá projetar a resposta descrevendo os argumentos para sua inferência. Além disso, no decorrer da resolução desse problema, ele deverá monitorar sua ação e, ao final, avaliar e confrontar os resultados encontrados com as previsões iniciais. Caso ele identifique uma discordância, deverá analisar se o erro está na formulação de sua hipótese ou no processo de resolução do problema.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Como forma de avaliar a viabilidade das quatro propostas didáticas elaboradas, realizou-se um estudo de investigação com futuros professores de Física. O intuito estava em que eles analisassem as propostas didáticas elaboradas e igualmente fornecessem elementos referentes à sua utilização na resolução de problemas. Para isso, foi desenvolvido um curso de extensão universitária com 20 horas/atividades, envolvendo 16 horas/atividades (quatro turnos) presenciais e quatro de atividades extraclasse. A atividade foi estruturada de modo a discutir o entendimento de metacognição e apresentar as quatro propostas didáticas.

Os sujeitos que participaram por livre adesão foram 13 graduandos de um curso de Física – Licenciatura – vinculado a uma universidade comunitária localizada ao norte do Rio Grande do Sul. Como características principais dos participantes do estudo, destaca-se que quatro deles estavam matriculados no segundo ano do curso, cinco no terceiro e quatro no quarto e último ano e não haviam tido contato com estudos vinculados à metacognição, embora já tivessem ouvido falar do assunto. Os 13 licenciandos participavam de projetos desenvolvidos no curso de Física vinculados à pesquisa ou à extensão e seis deles integravam o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid). Além disso, quatro estavam realizando estágio curricular supervisionado obrigatório no Ensino Fundamental, Séries Finais.

A pesquisa associada ao estudo desenvolvido é de natureza qualitativa seguindo o proposto por Triviños (1994), que julga ser esse tipo de pesquisa adequada quando o intuito é avaliar e compreender atividades que não podem ser quantificadas por meio de procedimentos estatísticos. No caso do presente estudo, em que o desejo é analisar percepções dos sujeitos, a pesquisa qualitativa revela-se a mais indicada, uma vez que permite analisar ações e respostas de maneira a compreender a ideia deles em relação ao tema pesquisado. Além disso, esse tipo de pesquisa possibilita analisar o significado das ações/falas dos sujeitos, permitindo estudar características que, muitas vezes, não são detectadas quando a opção é apresentar resultados quantitativos.

Outra característica da pesquisa proposta é identificá-la como um estudo de caso, cuja opção implica, conforme Yin (2015), não buscar alcançar generalizações universais, mas generalizações analíticas voltadas à ampliação e à generalização de teorias. Tais características são importantes para o presente estudo, pois seu propósito é analisar percepções de um grupo de licenciandos frente a uma situação especificamente

estabelecida para eles. A generalização dos resultados encontrados pode ocorrer apenas em termos de contribuição para reforçar uma perspectiva teórica já estabelecida e não para inferir novas possibilidades teóricas.

Ainda nesse contexto, o estudo procura analisar as características do fenômeno ocorrido recorrendo a mais de um instrumento. Ou seja, a viabilidade do estudo traduzida pelas percepções dos sujeitos envolvidos foi analisada recorrendo a distintos instrumentos: diário de bordo preenchido por uma das pesquisadoras; materiais produzidos pelos participantes do estudo durante as atividades; entrevista semiestruturada com os participantes do estudo. Para tanto, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O uso do diário de bordo preenchido pela pesquisadora que ministrou as atividades decorre, como lembra Zabalza (2004), da oportunidade de registrar as reações dos estudantes e as impressões do pesquisador, permitindo sua análise posterior. Nessa direção, ao final de cada encontro, foi registrada, de forma escrita, a estruturação da aula, as intervenções realizadas pelos alunos e os fatos julgados importantes para a pesquisa, por exemplo, diálogos entre os estudantes e o envolvimento destes. Todos os registros constituíram material de pesquisa e foram discutidos com a perspectiva de dar mais subsídios para a análise das propostas.

A utilização dos materiais produzidos pelos sujeitos participantes das atividades representa a oportunidade de, por meio dos registros, identificar o modo como concebem a proposta e de que forma operacionalizam as discussões teóricas apresentadas. Esses registros correspondem à resolução das situações-problema apresentadas em cada uma das propostas didáticas elaboradas para o estudo. A escolha dessas situações ocorreu a partir da identificação das que melhor se adaptavam à proposta em estudo. Além disso, a seleção dos problemas leva em consideração que os graduandos estão em processo de aprendizagem sobre as respectivas estratégias, julgando-se oportuno que sejam simples e que possibilitem a análise da proposta por parte deles.

Em relação ao uso da entrevista do tipo semiestruturada, destaca-se que sua indicação ocorre quando se deseja deixar o entrevistado se expressar dentro de sua concepção, a partir de tópicos previamente definidos. Nesse sentido, as entrevistas foram realizadas com o objetivo de registrar a percepção dos licenciandos participantes do estudo de modo a deixá-los livre para proceder às suas análises ante o estudo desenvolvido.

Por fim, menciona-se que os processos metacognitivos estão relacionados a pensamentos, portanto, difíceis de serem avaliados ou detectados externamente, como assinalou White (1990) e Thomas (2013), dentre outros autores. O agravante está nas circunstâncias em que esse pensamento ocorre e a forma como ele pode ser identificado. Entretanto, conforme Rosa (2011), mesmo diante das dificuldades, e por conta delas, as pesquisas em metacognição vêm se servindo de variados instrumentos, sem que haja um consenso sobre qual é o mais adequado a se utilizar. “Evidentemente, ao selecionar o instrumento, os investigadores partem do objetivo de suas pesquisas em relação à área de investigação, cuja associação com o pensamento metacognitivo tem sido ampla e diversificada” (Rosa, 2011, p. 154). Nesse contexto, ressalta-se que os instrumentos utilizados no presente estudo representam uma possibilidade de buscar indícios de que o pensamento metacognitivo está sendo utilizado pelos sujeitos investigados. Outro aspecto a ser realçado em termos dos instrumentos utilizados no estudo e que subsidiaram a análise que segue refere-se à sua utilização na forma coletiva, embora se tenham coletado materiais produzidos individualmente pelos acadêmicos, bem como registradas no diário da pesquisadora algumas de suas falas. Portanto, não se trata de um estudo envolvendo o método clínico, no qual se investiga individualmente os processos de pensamento utilizados na execução de uma atividade, mas uma avaliação que considera as reações, expressões, falas e registros dos licenciandos no conjunto da atividade.

PROPOSTAS DIDÁTICAS DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA: RESULTADOS DO ESTUDO

Esta seção se ocupa de descrever e analisar a aplicação das propostas didáticas estruturadas no estudo. Para tanto, divide-se em dois momentos: inicialmente, procede-se à análise frente às atividades realizadas a partir da descrição dos encontros, utilizando-se o diário de bordo e os materiais produzidos pelos graduandos; na sequência, procede-se à análise na fala desses licenciandos por meio de entrevistas de modo a investigar suas percepções sobre as propostas estruturadas, bem como sobre a possibilidade de recorrer ao pensamento metacognitivo como favorecedor da aprendizagem.

Primeiro encontro: fundamentos teóricos da metacognição

O primeiro encontro caracterizou-se pela apresentação aos 13 graduandos da proposta de atividades, seus objetivos e cronograma. Na continuidade, ressaltou-se aos participantes a importância de terem um olhar crítico sobre as atividades a serem desenvolvidas e, como futuros professores, de associarem esses conhecimentos à prática pedagógica. Na sequência, foi realizada a explanação dos fundamentos teóricos relacionados à metacognição e às estratégias metacognitivas, seguindo o referencial teórico do estudo. Dentre esses referenciais, destacam-se os textos de Rosa (2014), Veenman, van Hout-Wolters e Afflerbach (2006), Zohar e Barzilai (2013), Muñoz (2017), Moser, Zumbach e Deibl (2017).

Na sequência das discussões teóricas, foi abordado o uso de estratégia metacognitiva na leitura e interpretação de textos. O objetivo estava em fornecer elementos orientativos para que procedessem às leituras de artigos para o próximo encontro, recorrendo à própria metacognição. Nesse sentido, foi apresentada a eles a estratégia metacognitiva desenvolvida por Jacobowitz (1990) denominada de “Auhtor’s Intended Message” (AIM). Para a operacionalização dessa estratégia, foi elaborado e entregue aos graduandos um guia orientativo para que eles procedessem à leitura do texto a partir dele.

Ao findar da atividade, registra-se a percepção de que os licenciandos se mostraram participativos e envolvidos com a temática. A empolgação dos participantes ao final do encontro foi assim registrada no diário de bordo: “[...] a curiosidade e a motivação para o próximo encontro foram grandes e demonstraram, já neste primeiro momento, que os alunos estão receptivos e sedentes por novas propostas metodológicas” (Diário de Bordo, 21/04/2017, p. 3).

Em termos gerais, pode-se inferir que esse primeiro foi marcado pela motivação em aprender algo novo e que permitirá qualificar o processo de ensino e de aprendizagem desses futuros professores. Nesse sentido, como mostrou Zepeda *et al.* (2015), a motivação representada pelas crenças, objetivos e disposição para aprender leva a que se sintam predispostos a ativar formas de pensamento como os de natureza metacognitiva. Efklides (2006) evidencia que a motivação é um componente das experiências metacognitivas e, portanto, determinante para desencadear as interações com as estruturas de pensamento que apoia a evocação dos conhecimentos e habilidades metacognitivas.

Segundo encontro: uso de *prompts* orientativos e reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema

O segundo encontro teve início com as discussões referentes à atividade de leitura encaminhada no encontro anterior. Os licenciandos trouxeram para o encontro a ficha de registro preenchida e iniciaram as atividades procedendo ao debate sobre seu conteúdo. Na continuidade, foram apresentadas as quatro propostas de orientação metacognitiva estruturadas para este estudo. Ao iniciar a apresentação das propostas, foram ressaltados os objetivos de seu desenvolvimento e da importância de os licenciandos já se colocarem como professores ao utilizar cada uma das propostas e analisar a pertinência de aplicá-las em sala de aula. Essa situação foi favorecida, pois seis alunos do grupo atuam no subprojeto Física que integra o Pibid e quatro estão realizando estágio curricular obrigatório na Educação Básica.

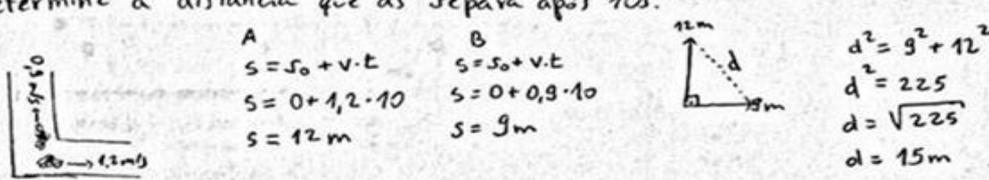
Partindo-se dessa experiência dos licenciandos, foram discutidas as relações entre aprender enquanto estudante e aprender na condição de professor. A experiência dos participantes contribui para enaltecer essas diferenças e mostrar que o modo como o indivíduo aprende nem sempre está relacionado ao modo como ensina. Portanto, o ser professor nos remete a dominar não apenas as estratégias de aprendizagem, mas também em transformá-las em estratégias de ensino. As atividades aqui propostas têm exatamente este intuito: possibilitar que o professor as utilize como estratégia de ensino, mediante seu uso como estratégia de aprendizagem pelos alunos do Ensino Médio.

Para iniciar a apresentação das propostas didáticas de orientação metacognitivas, objeto de discussão desse encontro, optou-se por utilizar o recurso do Power Point, apresentando duas delas nesse encontro e as demais no encontro subsequente. Após a explanação teórica sobre as duas propostas didáticas que integram o respectivo encontro, entregou-se aos alunos uma lista com quatro situações-problema, sendo duas para serem resolvidas com a proposta de reelaboração do enunciado com a ilustração da situação-problema e duas com o uso de *prompts* orientativos, que representam as duas primeiras propostas didáticas do estudo.

Após a discussão sobre o modo como cada uma das propostas deveria ser utilizada, os licenciandos iniciaram a aplicação dessas propostas para resolver as situações-problema apresentadas. Na resolução seguindo a reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema, os graduandos utilizaram como exemplo de contextualização situações de trânsito e carros de controle remoto nas representações pictóricas e todos chegaram à resposta final das atividades. A Figura 1 ilustra o modo como um dos graduandos procedeu para resolver o problema apresentado no modelo proposto: reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema.

2- Dois móveis partem de um mesmo ponto simultaneamente, seguindo trajetórias perpendiculares entre si, com velocidades escalares constantes de 1,2 m/s e 0,9 m/s, respectivamente. Determine a distância que as separa após 10s.

Dois carros parados saem ao mesmo tempo, um segue reto e outro vira a esquina, com velocidades de 1,2m/s e 0,9m/s, respectivamente. Determine a distância que as separa após 10s.



A	B
$s = s_0 + v \cdot t$	$s = s_0 + v \cdot t$
$s = 0 + 1,2 \cdot 10$	$s = 0 + 0,9 \cdot 10$
$s = 12 \text{ m}$	$s = 9 \text{ m}$

$$d^2 = 9^2 + 12^2$$

$$d^2 = 225$$

$$d = \sqrt{225}$$

$$d = 15 \text{ m}$$

Figura 1 – Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema. Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

Os licenciandos participantes, em razão de já terem passado pela experiência do Ensino Médio e já terem uma caminhada no curso de Física, apresentam conhecimentos sobre os tópicos apresentados. Entretanto, foi possível perceber que, ao entrarem em contato com a questão, entenderam prontamente os processos que teriam de realizar para obter a resposta correta; contudo, devido à nova estratégia, tiveram de parar para pensar sobre os fenômenos envolvidos na questão. O fato de precisar recriar a situação-problema de modo a envolver os mesmos dados levou a que os licenciandos procedessem a uma reflexão sobre o apresentando na busca por identificar situações conhecidas que possibilitassem tal reelaboração. Nesse processo, a reflexão forçada pelo comando dado de esboçar uma nova situação-problema é um indicativo de favorecimento da tomada de consciência e da ativação do pensamento metacognitivo, especialmente em termos dos processos autorregulatórios. Isso fica evidente ao entender que, para recriar uma situação, é necessário um movimento cognitivo que considera a compressão e o monitoramento da ação. Em outras palavras, para reelaborar uma situação, é preciso compreender o que foi apresentado inicialmente e monitorar a elaboração de forma a manter a proximidade entre os enunciados (mesmos dados das grandes físicas mencionadas).

O uso dos processos autorregulatórios ficou evidente no diário de bordo:

"[...] durante a atividade, percebi que alguns estudantes ao desenharem a situação, começavam a atividade. Através dos seus comentários e da observação dos seus registros percebi que era por se darem conta que o cenário que haviam criado não era coerente com os dados disponíveis na questão, então ajustavam para que no final o resultado fosse algo possível" (Diário de Bordo, 11/05/2017).

O fato de regular a própria aprendizagem se sustenta no mencionado por Rosa (2014) ao ressaltar que a monitoração é essencial para controlar a ação e verificar se está sendo encaminhada para atingir o objetivo ou se é necessário alterar alguma estratégia e rever o percurso e as escolhas. Paralelamente à monitoração, está a avaliação, que irá indicar se todos os processos levaram o estudante ao resultado esperado e se é ou não necessário rever as estratégias e recomeçar. A autorregulação promovida pela reconstrução do problema é um dos aspectos ressaltados por Coleoni *et al.* (2001) ao inferir que estudantes com melhor desempenho na resolução de problemas são aqueles que utilizam recursos metacognitivos relacionados ao controle executivo e autorregulador, pois esses permitem refletir sobre o objetivo a ser alcançado e o que é necessário realizar para isso. Nesse contexto, a capacidade de compreender e monitorar a ação revela a oportunidade de melhorar o desempenho na resolução do problema proposto. Sobre isso

cabe destacar que Schoenfeld (1987) ressalta que a aprendizagem significativa de um conteúdo perpassa necessariamente por um processo de autorregulação associado à metacognição; portanto, ela representa um dos aspectos relevantes no contexto escolar.

Ainda com relação à importância de que os estudantes destinem um tempo para a compreensão da situação-problema apresentada e somente de posse dela iniciem sua ação executiva, destaca-se o inferido por Sanjosé e Gangoso (2007). De acordo com os autores, esse movimento cognitivo permite identificar obstáculos de compreensão e identificar as dificuldades na construção das representações mentais ou na transição entre essas representações. Portanto, mais de um recriar situações-problema, a proposta discutida neste item atua como uma possibilidade de identificar incompreensões, o que contribui para o processo de construção dos conhecimentos, conforme evidenciado por Werner e Otero (2015).

O registro do diário de bordo ilustra a percepção acerca da receptividade dos licenciandos à proposta e do andamento da atividade:

“[...] durante a realização das situações-problema da primeira proposta, os alunos se mostraram bem motivados e envolvidos durante a realização, foram criativos na reelaboração dos enunciados e percebi através dos comentários que eles perceberam diferença na hora de refletir sobre a situação para poder fazer a reelaboração do enunciado e o desenho” (Diário de Bordo, 11/05/2017, p. 5).

A inferência mencionada decorre da observação da pesquisadora de que os licenciandos não apenas leram o problema, mas pensaram sobre ele. Tendo de recriá-lo, os sujeitos envolvidos no estudo procederam oralmente a comentários e aventaram possibilidades de forma a indicar que esse movimento cognitivo possibilitava compreender a situação apresentada. Isso se difere das resoluções de problemas que costumemente se percebem nas aulas de Física em que, grande parte dos alunos apenas lê o problema e busca encaixar os dados em fórmulas.

Na resolução dos problemas utilizando o uso de *prompts*, os graduandos foram orientados a respondê-los de forma mental ou registrá-los na folha. Todos os participantes optaram por registrar no papel, como ilustra a Figura 2 a seguir:

2- A área de contato de um dos pneus de um automóvel com o solo vale 100 cm². Para uma calibração adequada dos pneus desse automóvel, cuja massa é de 900 kg, é necessário que a pressão exercida pelo ar dos pneus seja igual a pressão que o carro faz no solo. Nesse sentido, determine qual é a pressão que o automóvel exerce sobre o solo.

$F_p = 900 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 9000 \text{ N}$

$P = \frac{9000 \text{ N}}{0,01 \text{ m}^2} = 900000 \text{ Pa}$

m	dm	cm
00	01	00

 $100 \text{ cm}^2 \rightarrow 0,01 \text{ m}^2$

Pensez: conceito de força e equilíbrio, já conheço conhecimentos suficientes
 Tarefa: Já realizada com outros. Não há dificuldades
 Estratégia: Igualar força peso com força da pressão do pneu
 Planejamento: Necessidade de desenhar fenômeno peso e usá-la como força exercida pela pressão. Determinar P, força, pressão e área. Operações algébricas.
 Monitoração: Tudo de acordo ao esperado
 Avaliação: Estratégia veloz e adequada.

Figura 2 – Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de *prompts* orientativos. Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

No registro apresentado na figura anterior, é possível perceber que o licenciando discute cada elemento metacognitivo de modo a estruturar o pensamento nas diferentes etapas que integra a solução do problema apresentado. A figura mostra as respostas que ele deu frente ao seu guia orientativo. Tais respostas indicam um pensamento que se distingue do que habitualmente acontece, quando a solução é quase que despejada por um processo mecanizado e pouco reflexivo. Frente ao apresentado e discutido na atividade, percebe-se que os graduandos, diante dessa metodologia, vivenciam a situação apresentada e, de alguma

forma, tomam consciência do que estão fazendo. Tudo isso é parte de um processo metacognitivo que poderá levar ao êxito, especialmente em situações mais complexas em que a solução não está tão nítida para eles.

Nas etapas referentes ao conhecimento, os licenciandos puderam pensar antecipadamente sobre os conhecimentos disponíveis, com o que poderiam ser relacionados e quais conhecimentos seriam necessários para ter sucesso na resolução da questão. Os registros dos graduandos evidenciam suas relações e análises quanto a essa componente metacognitiva e o registro do diário de bordo revela as considerações sobre as contribuições verbais durante a resolução. Assim:

“Logo no início da resolução, no prompt que questionava se o estudante tinha conhecimento necessário para realizar a questão, um aluno respondeu verbalmente que não e que deveria estudar sobre o conteúdo para ter condições de resolver aquele problema. Apesar dele não ter continuado a atividade, achei uma reflexão positiva, pois é um estudante tendo consciência de quais conhecimentos ele precisa se aprofundar” (Diário de Bordo, 11/05/2017).

Essa etapa dos *prompts* se mostra parte importante de um ritual que envolve a busca pela solução de problemas não apenas em Física, mas nas mais diversas situações da vida. Couceiro Figueira (2003) evidencia a importância desse momento mencionando que tal busca antecede a etapa executiva e que é por meio dela que o sujeito pode dirigir e regular sua cognição. Segue a autora mencionando que o indivíduo precisa ter consciência das suas próprias características, conhecer a tarefa e escolher as estratégias que melhor atendam aos objetivos da atividade. Alguns licenciandos precisaram lembrar os conhecimentos, alguns, como no relato anterior, admitiram não ter o conhecimento necessário, mas a maioria identificou os conhecimentos prévios, a tarefa e escolheu a estratégia para utilizar na resolução.

A etapa seguinte dos *prompts* refere-se à componente e à autorregulação, que consiste na “capacidade que os indivíduos apresentam de planejar estratégias de ação a fim de atingir um determinado objetivo, bem como dos ajustamentos necessários para que isso se concretize” (Rosa, 2014, p. 22). Ou seja, um momento em que os licenciandos puderam refletir sobre as ações que os levariam à aprendizagem.

Com relação à utilização dos *prompts* como guia orientativo na solução de problemas, a literatura tem evidenciado que sua utilização favorece a tomada de consciência dos sujeitos sobre seus conhecimentos, ao mesmo tempo que possibilita sua autorregulação. Moser, Zumbach e Deibl (2017) compartilham essa afirmação mostrando os impactos positivos no uso desses *prompts*, porém chamam a atenção para o fato de que a diferença no estudo realizado por eles com dois grupos de estudantes austríacos (controle e experimental) não foi significativa. Tal resultado, embora revele que o uso dos *prompts* favorece a autorregulação, infere a necessidade de ampliar os estudos e realizar novas medidas. Ryan *et al.* (2016), por sua vez, ao desenvolverem um estudo especificamente voltado a analisar as contribuições de *prompts* metacognitivos para melhorar a resolução de problemas em Física e as habilidades metacognitivas, atribuem a esse mecanismo a função de favorecer a reflexão metacognitiva dos estudantes de modo a promover a constante avaliação na tomada de decisão frente às situações apresentadas e vinculadas à resolução de problemas em Mecânica. Como resultado do estudo, os autores apontam que os *prompts*, denominados por eles de “coaches”, contribuíram para a tomada de decisão crítica quanto às ações executivas. Além disso, esses coaches proporcionaram o aumento da confiança dos alunos em relação a seus conhecimentos, considerada fundamental para a melhoria da aprendizagem.

No final dos registros dos graduandos, pode-se perceber que eles chegaram aos objetivos dos problemas e realizaram a avaliação. Isso corrobora os apontamentos de Rosa (2014), para quem “a avaliação representa um olhar crítico sobre o que se fez na forma de autocontrole” (p. 38). Foi possível perceber esse pensamento por parte de alguns licenciandos, especialmente quando escreveram avaliações sobre a estratégia utilizada (Figura 2). Assim como o ilustrado nesse exemplo, os demais graduandos realizaram esse procedimento de construir *prompts* e respondê-lo ao lado do problema apresentado. A Figura 3 ilustra um *prompt* construído por um dos acadêmicos.

Pessoa: o que eu sei sobre esse assunto? Que conteúdo está envolvido no problema? Como são meus conhecimentos em relação ao dos meus colegas?
Tarefa: como sou nesta tarefa de realizar problemas? Tenho facilidade ou dificuldade?
Estratégia: sou bom na estratégia que escolhi? Ela vai me ajudar? Já usei ela? Gostei?
Planificação: há algum planejamento de como vou resolver? Disponho do que preciso? Sei por onde começar? Diferencio um problema de outro?
Monitoramento: estou compreendendo o que estou fazendo? Tudo está de acordo com o que planejei? O que estou fazendo me permite chegar ao resultado do problema? Qual era o meu objetivo?
Avaliação: consigo contar ou descrever os passos que percorri e as escolhas que tomei? Tudo funcionou de acordo? Poderia ter escolhido outro caminho? Minhas escolhas foram acertadas? Os resultados que encontrei permitem responder ao objetivo/incógnita do problema? O que significa o resultado encontrado?

Figura 3 – Exemplo de *prompts* orientativos. Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

O exemplo anterior, que foi transcrito de um licenciando, ilustra o prompt elaborado por ele e utilizado para resolver as duas situações-problema apresentadas. Observa-se que o graduando procede a um conjunto de questionamentos que deverão guiá-lo no momento da resolução dos problemas, a exemplo do realizado no problema ilustrado na Figura 2. Esses questionamentos atuam como uma reflexão do pensamento e da ação, auxiliando-os na busca por uma qualificação de sua aprendizagem.

Dentre os seis elementos metacognitivos que são contemplados nesta proposta, percebe-se, pelo número de perguntas, que a avaliação assume relevância sem demérito às demais. Embora o licenciando autor do prompt tenha valorizado todos os elementos metacognitivos, a avaliação para ele pode estar representando um momento de retomado do realizado e inferir a possibilidade de revisar procedimentos, escolhas e resultados obtidos. Malone (2008) aponta que essa ênfase na avaliação representa um dos aspectos que contribui para o êxito nas atividades de resolução de problemas. Para a autora, a avaliação leva à identificação do erro, sejam ele conceitual, seja de utilização das variáveis, seja de operações matemáticas.

Terceiro encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas

O terceiro encontro do curso iniciou com o resgate dos referenciais teóricos associados à resolução de problemas e ao modo como ela pode ser associada à metacognição na proposta deste estudo. Após essas discussões iniciais, foram apresentadas as duas últimas propostas didáticas de orientação metacognitiva para a resolução de problemas: resolver o problema com auxílio do colega e de elaboração de previsões. Foram discutidos os objetivos de cada uma das propostas e seus fundamentos teóricos. Novamente, para isso, foi utilizado o Power Point e, ao final, cada licenciando recebeu material com questões para serem resolvidas utilizando as duas propostas em discussão. A seleção das questões seguiu o apresentado na seção metodologia.

Na resolução utilizando a proposta do auxílio do colega, o indicado foi que as duplas fossem formadas por um licenciando considerado expert e outro novato, segundo o mencionado na descrição da proposta. As duplas foram formadas por eles sem interferência da pesquisadora, sendo realçada a importância de que, ao constituírem as duplas, as opções fossem por um licenciando que se julga com maior facilidade para resolver problema e um que julga apresentar dificuldades para isso. Evidentemente que, por serem graduandos em Física, todos se revelam com identificação nesse tipo de tarefa, o que levou a formar as duplas a partir dos diferentes níveis em que os licenciandos se encontram. Entretanto, isso não eximiu os graduandos de diálogo e da identificação dos que se julgam com maior apropriação dos conteúdos e da tarefa e estratégia, dos que se julgam menos preparados para isso.

Esse momento se revela rico em termos metacognitivos, pois os alunos precisam se reconhecer e reconhecer as características do outro. A opção por reunir duplas em que um esteja na condição de experts e outro de novatos ou com menos expertise na tarefa proposta toma por referência estudos que apontam que os experts recorrem a processo metacognitivos que não são ativados pelos novatos, possibilitando, dessa forma, um compartilhamento de estratégias de pensamento que podem ser benéficas à aprendizagem, especialmente aos que estão na condição de novatos. As formas de pensamento ativadas por experts e sua distinção em relação às estruturas utilizadas pelos novatos têm sido objeto de estudo da psicologia cognitiva desde o final dos anos de 1970, como lembra Meneses-Villagrà (2018). Especificamente com relação aos processos metacognitivos ativados pelos experts estudos, como os desenvolvidos por Taasoobshirazi e Farley (2013) e Ribeiro (2017), mostram que os experts refletem sobre seus conhecimentos, planejam suas

ações, monitoram e avaliam cada ação executada e, ao final, confrontam os resultados com o questionado pelo problema.

A partir da organização das duplas, foi possível perceber que a atividade exigia que licenciandos resgatasse seus conhecimentos acerca de si e sobre o tipo da tarefa, segunda variável da componente conhecimento do conhecimento. “O conhecimento das variáveis da tarefa está relacionado às suas demandas, representadas pela abrangência, extensão e exigências envolvidas na sua realização. É a identificação pelos sujeitos das características da tarefa em pauta, tanto em termos do que ela é, como do que envolve” (Rosa, 2014, p. 27).

Dessa forma, a oportunidade de escolher parceiros a partir de características pessoais e da tarefa a ser executada oportuniza a tomada de consciência sobre seus próprios conhecimentos e impulsiona a ação executiva que, nesse caso, será realizada em parceria. Essa ação foi compartilhada e dialogada, não sendo possível visualizar registros escritos nas folhas em que continham as situações-problema em estudo. Os registros limitam-se à resolução do problema; entretanto, o diário de bordo fornece elementos que permitem inferir os resultados decorrentes da aplicação desta proposta.

A Figura 4 a seguir ilustra a solução apresentada por um dos licenciandos que resolveu o problema em processo de interação com outro colega. Nesse caso, a imagem selecionada é de um graduando que julgou estar na categoria novato, embora a explicitação dessa classificação não havia sido solicitada a eles.

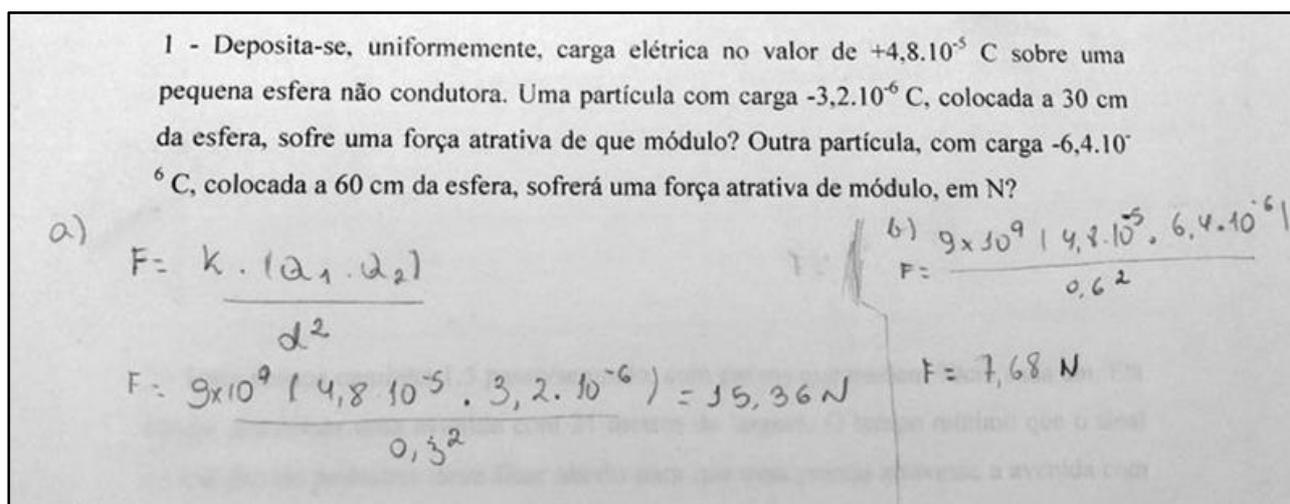


Figura 4 – Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de auxílio de um colega. Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

Apesar de os graduandos não terem feito registros em papel sobre o uso da proposta, realizaram discussões nas duplas, como mostram os registros a seguir:

“Na primeira questão de resolução de problemas com os colegas, eles mesmos separaram as duplas mesclando os colegas que eles consideraram experts e novatos. Percebi os estudantes focados na resolução, notei muitas discussões sobre a forma de resolver o problema e também muitas perguntas em relação ao porquê do colega usar aquele modo pra resolver a questão” (Diário de Bordo, 18/05/2017).

Essas discussões, embora não registradas diretamente, são indicativos de que os licenciandos buscaram trocar experiências e estratégias de resolução dos problemas. Além disso, possibilitaram que procedessem a questionamentos que, muitas vezes, não são realizados diretamente ao professor, oportunizando sanar dúvidas que, de outra forma, poderiam permanecer sem resposta. Os questionamentos, quando decorrentes de situações de interlocução com outros, podem levar a novos questionamentos ou à identificação daquilo que não sabem, o que representa um processo metacognitivo, conforme mencionado na seção anterior.

Dessa forma, percebe-se que a interação com colegas, na proposta em discussão, pode atuar como um incremento à qualidade da aprendizagem e à aquisição de novos conhecimentos, o que ficou perceptível na identificação de que todos resolveram os dois problemas propostos. Situação que não era esperada, uma

vez que, entre os problemas, havia um relacionado à eletricidade, conteúdo ainda não visto por todos os graduandos que participaram do estudo. Entretanto, na troca, no compartilhamento, na discussão com o colega, mesmo esses acadêmicos que não haviam tido contato com o conteúdo se mostraram aptos a resolver o problema.

Em termos metacognitivos, a possibilidade de diálogo e troca favorece a tomada de consciência sobre os conhecimentos que o sujeito já possui, ao mesmo tempo que o leva a um procedimento de autorregulação. Somado a isso está o fato de um dos colegas apresentar um conhecimento declaradamente maior que o do outro (situação que permeou a maioria das duplas), fazendo com que esse colega explicitasse sua forma de pensamento e, principalmente, a forma como planeja e executa sua ação.

O licenciando expert, ao compartilhar com o novato, faz com que ambos experienciem essas etapas ao longo da resolução do problema. O expert desenvolve-se ao resgatar seus pensamentos e ações, paralelamente, o novato internaliza novos conhecimentos de conteúdo e também ligados aos processos autorregulatórios. De acordo com Rosa (2014), “O fato de ter de explicar aos outros o seu pensamento e os mecanismos pelos quais chegou a determinada conclusão ou hipótese obriga à tomada de consciência de si mesmo e à sua verbalização. Esse confronto de ideias e sua permanente análise possibilitam aos estudantes o controle e a regulação dos seus processos cognitivos” (p. 110).

Ainda sobre a importância da interação entre sujeitos em diferentes condições como possibilidade de resolução de problemas, menciona-se o estudo de Sousa e Fávero (2002), que mostrou que os alunos experts ou especialistas, conforme denominação utilizada pelas autoras, apresentam mais esquemas de ação para dar sentido às situações; o papel desse especialista em um processo interativo é importante na condução de que o parceiro reconheça isso e passe a se valer dele.

A segunda proposta trabalhada nesse encontro aponta para a importância de elaborar hipóteses antes de iniciar a atividade. Nela, os licenciandos que integraram o estudo se mostraram entusiasmados e curiosos para fazer e verificar suas predições. O trecho destacado a seguir demonstra esse entusiasmo:

“Na resolução da segunda proposta, os estudantes elaboraram as predições com facilidade e, pelo que pude perceber, gostaram de refletir sobre a questão e criar hipóteses. Contudo, na primeira situação que envolvia movimentos circulares, após a predição, os estudantes não lembravam qual fórmula utilizar para obter o resultado e comparar com suas hipóteses, então escrevi no quadro para que pudessem utilizá-la, após isso resolveram e puderam dar sequência à atividade” (Diário de Bordo, 18/05/2017).

A maioria dos licenciandos teve sucesso na resolução dos problemas, conseguiu elaborar suas hipóteses e resolver o problema (Figura 5).

Resolução de problemas com elaboração de predições:

1- Um velocímetro comum de carro mede, na realidade, a velocidade angular do eixo da roda, e indica um valor que corresponde à velocidade do carro. O velocímetro para um determinado carro sai da fábrica calibrado para uma roda de 20 polegadas de diâmetro (isso inclui o pneu). Um motorista resolve trocar as rodas do carro para 22 polegadas de diâmetro. Assim, quando o velocímetro indica 100km/h, a velocidade real do carro é:

Como a circunferência do pneu será maior que a original, cada volta do pneu corresponderá a uma distância maior do que a calibrada. Assim, a velocidade real do carro é maior que a marcada pelo velocímetro, logo, maior que 100 km/h.

$1 \text{ pol} = 2,54 \text{ cm}$
 $20 \text{ pol} = 0,508 \text{ m} \xrightarrow{\cdot 2} r_A = 0,254 \text{ m}$
 $22 \text{ pol} = 0,5588 \text{ m} \xrightarrow{\cdot 2} r_B = 0,2794 \text{ m}$
 $100 \text{ km/h} = 27,78 \text{ m/s}$

$\omega = \frac{v}{r_A}$ $\omega = \frac{27,78 \text{ m/s}}{0,254 \text{ m}} = 109,36 \text{ Hz}$
 $\omega = \frac{v_R}{r_B}$ $v_R = \omega \cdot r_B$
 $v_R = 109,36 \text{ Hz} \cdot 0,2794 \text{ m}$
 $v_R = 30,55 \text{ m/s} = 110 \text{ km/h}$

Figura 5 – Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta predições. Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

Nessa proposta, a predição do resultado do problema (ou uma estimativa dele) deveria ser realizada antes da apresentação da fórmula necessária à resolução do problema. Essa informação sobre a fórmula foi relevante para alguns dos graduandos que não se lembravam dela. Contudo, observou-se que alguns dos participantes conseguiram lembrar a fórmula à medida que refletiam sobre o realizado em sua predição. Em outras palavras, para alguns dos graduandos, o fato de predizer representa a oportunidade de resgatar informações como as fórmulas, por exemplo.

Paralelamente à componente do conhecimento do conhecimento, a proposta oportunizou a evocação do pensamento metacognitivo relacionado à autorregulação, pois, após elaborar a predição, os licenciandos resolveram o problema retomando a hipótese para analisar se estavam utilizando as estratégias que os levariam ao resultado esperado; também, ao final, analisaram se a resposta era coerente com o que haviam estipulado no início.

Tal situação de avaliar sua inferência é destacada por Rosa (2011) ao enfatizar o papel da avaliação na ativação do pensamento metacognitivo:

“Este elemento metacognitivo [avaliação] envolve manifestações de comportamento, como o estabelecimento de confronto do resultado encontrado com as hipóteses estabelecidas e com o objetivo do estudo; avaliação do resultado encontrado, de modo a identificar possíveis falhas no processo; retomada do realizado quando necessário, a fim de refletir sobre o modo como foi feito; conscientização sobre a importância de adotar uma atitude crítica com relação aos resultados adquiridos e ter clareza do conhecimento adquirido com a atividade experimental realizada” (p. 229).

Oportunizar a predição e, ao final, proceder à avaliação representa uma ocasião para pensar e refletir sobre a ação, de ponderar sobre os resultados e de verificar os caminhos trilhados e opções feitas. Nesse sentido, as situações-problema estruturadas a partir desse modelo podem se tornar uma opção para ativar o pensamento metacognitivo e auxiliar os licenciandos a manter o controle e a monitoração sobre seus pensamentos.

De acordo com Campanario (2000), as atividades de predizer levam à formulação de perguntas que podem contribuir para a identificação dos conhecimentos já existentes e auxiliar na compreensão e no monitoramento da atividade. Em estudo conjunto com Otero (2000), o autor aponta que, muitas vezes, os alunos apresentam uma crença de que sabem resolver um problema, quando na realidade não sabem. Nesse caso, o predizer pode auxiliar essa tomada de consciência e a identificação daquilo que eles não sabem, o que, conforme mencionado neste texto, revela-se importante no processo de aquisição dos conhecimentos.

O exposto foi verificado durante a realização dessa proposta didática, uma vez que os graduandos, ao iniciarem o processo de elaboração de suas predições, manifestaram expressões de que precisam ler novamente o problema ou procediam a conjecturas que lhes mostravam incoerência ou, ao contrário, apontavam caminhos na busca por prever o resultado final.

O encontro foi finalizado com a entrega de uma lista de situações-problema que os licenciandos deveriam resolver escolhendo a proposta a ser aplicada e justificar a escolha em cada questão.

Quarto encontro: síntese final das atividades - discussões sobre as propostas de orientação metacognitiva

O quarto encontro contou com a participação de oito licenciandos e iniciou pelas discussões sobre a forma como haviam sido realizadas as situações-problema apresentadas no material entregue no encontro anterior e quais as opções de cada. O solicitado no último encontro foi que, ao selecionarem a proposta didática, fizessem-na supondo resolver para seus alunos. Ou seja, a proposta é que a seleção considere a perspectiva de sua atuação profissional futura. O resultado das escolhas é apresentado no Gráfico 1 a seguir:

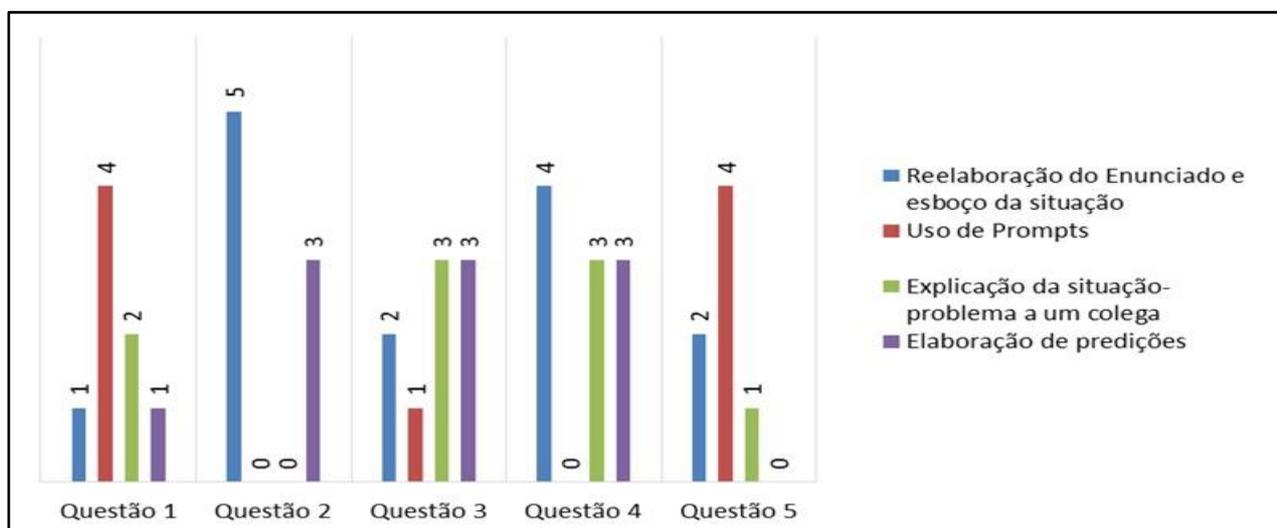


Gráfico 1 – Representação das escolhas dos licenciandos frente às propostas didáticas. Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

O gráfico indica que os graduandos variam suas escolhas, buscando atrelar a proposta às suas características pessoais ou àquilo que julgam mais convenientes para a situação de ensino. Observa-se que o número de respostas no gráfico é superior (Questão 3 e 4) ou inferior (Questão 5) ao número de respondentes. Isso ocorre porque alguns alunos indicaram mais de uma opção para uma mesma questão ou, alternativamente, não indicaram resposta. Exemplos das justificativas dadas pelos alunos para cada questão estão expressas no Quadro 1 a seguir. Nela estão indicadas além das justificativas dos licenciandos, o número de cada questão (Apêndice A) e a proposta escolhida cuja justificativa foi selecionada. Nota-se que para o Quadro 1, foi necessário, em determinados casos, proceder a escolha por uma das propostas mencionada pelos licenciandos, uma vez que alguns mencionaram mais de uma. Para tanto, procedeu-se a seleção frente a aquela que ele utilizou para resolver a questão.

Quadro 1 – Justificativa dos licenciandos para suas escolhas. Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

	L ¹	Proposta didática escolhida	Justificativa
Questão 1	1	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Apresenta uma situação mais próxima à vivência dos alunos.
	2	Uso de <i>prompts</i>	Possibilita a autorregulação e evocação de conhecimentos prévios sobre a questão.
	3	Uso de <i>prompts</i>	Identifica cada passo que precisa fazer.
	4	Explicação da situação a um colega	A explicação ajuda a compreensão.
	5	Explicação da situação a um colega	Pela necessidade de cálculos trigonométricos.
	6	Uso de <i>prompts</i>	Não justificou.
	7	Elaboração de previsões	Faz com que os alunos pensem mais sobre a situação-problema.
	8	Uso de <i>prompts</i>	É adequado porque leva os alunos a buscar conhecimento e planejar o modo de resolver.
Questão 2	1	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Porque transcreve o fenômeno em uma situação plausível em que se pode usar o pensamento para imaginar a situação e fica mais fácil.
	2	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Mostra para os alunos como eles podem aplicar essa proposta didática.
	3	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Torna a questão mais atrativa para os alunos e faz com que eles percebam que há diferentes sistemas de unidades presente.
	4	Elaboração de previsões	Questão simples e que facilmente os alunos poderiam pensar e ativar seus conhecimentos para inferir resultados.

¹ "L" indicando o licenciando que procedeu à escola e à justificativa para a questão correspondente.

	5	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Achei a questão simples e, por ser de mecânica, fica fácil de elaborar uma nova situação-problema.
	6	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Não justificou.
	7	Elaboração de previsões	É melhor para eles [alunos] pensarem sobre o que precisam fazer na questão.
	8	Elaboração de previsões	Ao forçar os alunos a realizar previsões dos resultados, pode-se contribuir para que façam uma reflexão metacognitiva e identifiquem o que não sabem sobre o assunto.
Questão 3	1	Explicação da situação a um colega	Ao explicar ou ouvir um colega, é possível ativar conhecimento sobre o conteúdo do problema e ativar o pensamento metacognitivo.
	2	Uso de <i>prompts</i>	Ajuda chegar à resposta porque realiza perguntas.
	3	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Não justificou.
	4	Explicação da situação a um colega	O dialogo favorece aos alunos a evocação do pensamento sobre o pensamento e o planejamento da ação.
	5	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Achei a questão simples e, por ser de mecânica, fica fácil de elaborar uma nova situação-problema.
	6	Elaboração de previsões	Achei mais interessante que as outras porque força pensar sobre a questão.
	7	Elaboração de previsões	Para pensar e saber tomar decisões.
	8	Explicação da situação a um colega	Frente ao grau de dificuldade da questão, ativar os processos metacognitivos poderia ajudar a resolver. Assim, pensei que eles teriam a oportunidade de pensar sobre seus conhecimentos de conteúdo e estratégia e avaliar se isso é suficiente para resolver a questão.
Questão 4	1	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	No estudo da eletricidade, as situações são muito abstratas e transformá-las em outras situações pode auxiliar ao pensamento sobre o que sabe e planejar melhor como resolver.
	2	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Essa proposta permite pensar e avaliar os conhecimentos e o procedimento adotado, o que está de acordo com a metacognição.
	3	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema.	Visualiza os objetivos, identifica a situação descrita e, portanto, é adequada para identificar os erros cometidos.
	4	Elaboração de previsões	Não justificou.
	5	Explicação da situação a um colega	A questão estava um pouco complicada, então optei pela ajuda de um colega.
	6	Elaboração de previsões	Essa proposta ajuda os alunos a responder ao problema.
	7	Elaboração de previsões	Para pensar antes de resolver.
	8	Explicação da situação a um colega	Para poder explicar a alguém, é necessário pensar e refletir sobre o que se sabe e que pode ser feito, característico do pensamento metacognitivo.
Questão 5	1	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Precisa pensar para responder.
	2	Uso de <i>prompts</i>	Esses <i>prompts</i> ajudam os alunos a pensar sobre o que estão fazendo e orientam os passos a serem executados, o que está próximo à metacognição.
	3	Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	Ativa o pensamento metacognitivo porque é um passo a passo que está orientando o aluno.
	4	Explicação da situação a um colega	Idem à questão 3 - O diálogo leva os alunos a ativar seus pensamentos metacognitivos e planejar sua ação.
	5	Uso de <i>prompts</i>	É importante ser guiado por passos para resolver o problema.
	6	Uso de <i>prompts</i>	Não justificou.
	7	Sem resposta	Sem resposta.
	8	Uso de <i>prompts</i>	Leva os alunos a resolver melhor a questão.

As justificativas apresentadas na Figura 6 foram sintetizadas a partir do registrado pelos licenciandos. Observa-se, também, que alguns não procederam a essa justificativa, mas fizeram a sua opção pela proposta didática.

De forma mais específica, a análise das justificativas apresentadas pelos licenciandos se mostra vinculada a aspectos cognitivos, poucos se reportando à escolha como vinculada a uma atividade metacognitiva. Embora o objetivo final esteja vinculado à apropriação de conhecimentos e, portanto, seja identificado como cognitivo, as propostas didáticas apresentadas tinham o intuito de fomentar a ativação dos processos metacognitivos; portanto, esperava-se que esse fosse o foco das justificativas dos futuros professores. Das 35 justificativas, apenas 11 podem ser identificadas explicitamente como metacognitivas.

Observa-se que o licenciando 5 respondeu às questões de acordo com a sua perspectiva de utilização, e não como usaria com seus alunos; o licenciando 7 respondeu às quatro questões com a mesma opção de proposta, tendo justificativas praticamente idênticas e voltadas à possibilidade de que, ao fazer previsões, força o pensamento. Além disso, esse licenciando não respondeu à última questão.

Em razão das respostas dos licenciandos se mostrarem dispersas, é difícil identificar um padrão que permita associar um tipo de questão a uma proposta didática ou, ainda, identificar as razões que guiam suas escolhas. O mencionado fica evidente quando se detecta que, em uma mostra de oito sujeitos, um praticamente não justificou suas escolhas (em cinco questões, justificou apenas uma) e outro escolheu a mesma proposta didática para os cinco problemas apresentados.

Entretanto, se os registros escritos dos licenciandos pouco colaboraram para uma análise sobre as escolhas das propostas didáticas, as discussões permitiram identificar elementos que podem inferir aspectos importantes sobre a viabilidade dessas propostas no contexto escolar. No entanto, essas discussões novamente giraram em torno das escolhas enquanto sujeitos que vão se utilizar delas para resolver os problemas de Física, pouco inferindo sobre sua ação didática como professor de Física.

Os registrados no diário de bordo ilustram percepções sobre esse momento.

A proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema foi a primeira que eles mencionam e inferiram suas percepções. Nesse momento, eles falaram sobre a experiência de utilizá-la e algumas considerações, conforme relatado no diário de bordo:

“[...] percebi que os estudantes se identificaram muito com essa estratégia, muitos relataram já fazer uso de elementos dessa proposta, como elaborar desenhos sobre as situações-problema e repensar os enunciados. Os alunos também relataram aspectos como fazer uso dela em questões específicas, por exemplo, em questões de mecânica que são mais simples de contextualizar do que uma que envolva cargas elétricas. Ressaltaram em suas contribuições a possibilidade de visualizar o fenômeno através da situação contextualizada e o desenho, também a possibilidade de filtrar e utilizar apenas informações que são relevantes para resolver o problema” (Diário de Bordo, 01/06/2017).

A seguir, foi discutido o uso da segunda proposta didática, o uso de *prompts* orientativos. Percebeu-se que essa foi a proposta sobre a qual os licenciandos mais apontaram pontos negativos; contudo, da mesma forma, eles compreenderam a importância dos *prompts* como potencializador na evocação do pensamento metacognitivo e também foi um dos preferidos nas escolhas anteriores.

“[...] as considerações dos alunos foram relacionadas ao tempo necessário para responder a todos os prompts, acharam demorado e, portanto, um fator desmotivador. Contudo, de forma positiva, eles ressaltaram que ajudou muito para orientá-los na resolução de problemas e organização do pensamento. Outros estudantes ainda falaram que essa proposta os ajudaria até resolver questões mais ‘mecânicas’” (Diário de Bordo, 01/06/2017).

Na proposta seguinte, resolução de problemas com a ajuda de um colega, notou-se uma grande aceitação dos licenciandos, que ressaltaram essa como uma das propostas mais relevantes, conforme registro no diário de bordo:

“Ao discutirmos sobre a proposta de resolver situações-problema com a ajuda do colega, os estudantes demonstraram muita satisfação com essa estratégia e

ressaltaram muitos pontos positivos e também deram algumas ideias como ser uma ‘segunda fase’, para que o sujeito entenda a situação-problema, surgiram as dúvidas e só depois usar essa proposta, para compartilhar as estratégias. Outros alunos ressaltaram que tanto a pessoa que é expert quanto o novato aprendem, pois analisam seus próprios erros” (Diário de Bordo, 01/06/2017).

A última proposta discutida foi a de elaboração de predições. Nessa, os licenciandos mencionaram que a proposta foi uma das mais desafiadoras, provocativas e difíceis de utilizar, uma vez que exigiu mais conhecimentos e pensamentos mais complexos. Tal menção dos graduandos foi assim registrada no diário de bordo:

“Durante as discussões realizadas sobre a proposta de elaboração de predições, os estudantes deram ênfase na necessidade de pensar sobre o exercício para então resolvê-lo, falaram sobre ter sido importante a hipótese para que norteassem a resolução e pudessem perceber se estavam no caminho certo para chegar ao resultado esperado” (Diário de Bordo, 01/06/2017).

Para finalizar as discussões, foi dado realce pela pesquisadora para que os licenciandos falassem sob o ponto de vista do ser professor. A maioria respondeu que ensinaria as quatro possibilidades para seus alunos e posteriormente os deixaria livres para escolher aquela que achassem mais adequadas ao problema. Outros, entretanto, falaram em adaptar as propostas conforme as dificuldades dos estudantes. Contudo, a ideia central de todas as falas foi a de que usariam as propostas com a intenção de que seus alunos recorressem ao uso do pensamento metacognitivo como potencializador da aprendizagem.

O mencionado enfatiza que os licenciandos tiveram um olhar como aprendizes, sem deixar de lado que serão professores e que poderão fazer uso dessas propostas em sua ação didática. Monereo (2001) enfatiza que, para um professor utilizar estratégias metacognitivas em sala de aula, inicialmente é preciso que ele faça uso delas em sua aprendizagem, em seu planejamento e na discussão dos conteúdos. Portanto, o primeiro passo para que os futuros professores adotem essas propostas como parte de ação pedagógica é utilizar em suas aprendizagens, o que ficou evidente na análise dessas atividades desenvolvidas nesse último encontro.

Entrevistas

Com o objetivo de analisar a atividade desenvolvida de acordo com a percepção dos participantes, foi realizada uma entrevista semiestruturada com oito licenciandos, os quais foram selecionados a partir da identificação de que estiveram presentes nos quatro encontros e realizaram as atividades extraclasses solicitadas. A entrevista esteve guiada por tópicos que buscavam dialogar com os licenciandos e foram gravadas em áudio, sendo, posteriormente, transcritas na íntegra.

A seguir, são discutidas as falas dos licenciandos, recorrendo a trechos cuja identificação é dada pelo uso de códigos, como forma de manter o anonimato. Para tanto, atribui-se a letra “E” indicando “Entrevistado” seguida por um número na sequência de 1 a 8 para identificar o sujeito. Como forma de não se tornar exaustiva essa análise e considerando que a entrevista estava constituída por 11 tópicos, opta-se por discutilas considerando três categorias, assim estruturadas: conhecimentos anteriores, conhecimentos adquiridos e avaliação da atividade.

Conhecimentos anteriores

Essa categoria foi constituída pelos tópicos referentes aos conhecimentos e às ações prévias dos graduandos com relação ao tema. Dessa forma, questionou-se sobre o fato de terem o hábito de refletir sobre seus conhecimentos antes de iniciar a resolução de problemas; sobre como se organizam e a sua percepção sobre a resolução de problemas; sobre seus conhecimentos prévios a respeito da metacognição.

Como resposta, os licenciandos inferem unanimemente que costumam refletir sobre os conhecimentos que possuem em relação ao conteúdo envolvido no problema apresentado. Além disso, relatam recorrer a estratégias para resolver problemas, como exemplificado na fala a seguir:

“Eu costumo refletir sobre o que eu já sei, procuro organizar o conhecimento que eu vou usar na resolução do problema. Isso me ajuda, porque posso traçar os possíveis caminhos que levam ao resultado. Eu me considero um bom resolvidor de problemas. Eu não sabia muito sobre metacognição, aprendi no curso” (E8).

“Eu sempre reflito sobre o que eu sei antes de resolver os problemas, porque só assim eu posso definir qual é o jeito mais fácil de fazer. Eu entendia metacognição de forma bem superficial. Eu me considero uma boa resolvidora de problemas, uma das coisas que eu mais faço é reler o enunciado” (E4).

Com relação ao fato de usar estratégias para resolver os problemas, a maioria dos graduandos menciona que dá ênfase à retirada de dados dos problemas. O entrevistado E8, por exemplo, relatou que busca ler e compreender a situação antes mesmo de analisar os dados disponíveis. Já E5 e E2 afirmaram que, após a retirada de dados, costumam desenhar a situação para visualizar melhor os fenômenos; três outros entrevistados (E1, E3 e E7) relataram que, se não obtiveram sucesso para compreender a situação, optam pela ajuda de um colega ou professor. Na sequência, é transcrita a resposta do aluno E6, que diferenciou sua resposta dos demais colegas:

“Listo mentalmente as características dos problemas, eu tento buscar relações com aquilo que eu já conheço, os conhecimentos prévios. Depois eu estruturo o que preciso fazer. Depois, eu executo o plano e, se eu percebo que falta algo, algum conhecimento ou informações, eu pesquiso e coloco em seu devido lugar no planejamento”.

Em termos do fato de se considerar bom na resolução de problemas, seis dos oito graduandos responderam positivamente e dois deles declaram que apresentam dificuldades para isso. Os entrevistados E7 e E3 mencionaram que isso depende do conteúdo do problema e o entrevistado E5 afirmou não se considerar bom nesse tipo de atividade. Nas palavras de E1: “Depende do problema e do conteúdo que ele aborda” e do E5: “Não me considero uma boa resolvidora de problemas, eu ainda tenho que aprender muito sobre Física e estratégias também”.

Por fim, nessa categoria, foi questionado sobre seus conhecimentos prévios em relação à metacognição. Sobre isso, cinco licenciandos mencionaram que já tinham ouvido falar no tema, uma vez que, no curso, há um projeto de pesquisa envolvendo estudos nesse campo. Dois declararam que apenas tinham conhecimento do termo e três mencionaram que já haviam participado de palestras envolvendo metacognição. Entretanto, todos foram unânimes em mencionar que não haviam estudado a resolução de problemas envolvendo metacognição.

Como reflexão dessa categoria, infere-se que os graduandos julgam buscar em sua estrutura cognitiva conhecimentos referentes ao assunto e que se organizam em relação à resolução de problemas. Tal inferência vem ao encontro das discussões sobre os conhecimentos metacognitivos em Flavell (1976) e também no apresentado por Rosa (2014) de que, ao se deparar com um objetivo cognitivo, o sujeito precisa inicialmente recorrer a seus saberes e tomar consciência daquilo que sabe, do que não sabe, tanto em termos dos conteúdos específicos quanto da tarefa e estratégia a ser empregada.

Entretanto, essas mesmas respostas levam ao estudo de Rosa, Santos e Ribeiro (2017) de que, muitas vezes, os estudantes julgam proceder a essa reflexão. Todavia, no decorrer da ação, percebe-se que eles o fizeram de forma superficial e isso pouco se identifica com a evocação do conhecimento metacognitivo. Os achados das autoras revelam-se pertinentes ao presente estudo, uma vez que esses mesmos licenciandos, no decorrer das atividades desenvolvidas nos encontros, mencionaram que a proposta de resolução de problemas em estudo permitia que eles identificassem seus conhecimentos sobre o assunto. Cabe ainda ressaltar que a entrevista foi realizada após o curso e, portanto, os entrevistados já apresentavam conhecimento sobre a importância dessa ação, o que pode ter levado a responder que realizam tal ação.

Da mesma forma, o estudo revelou que os conhecimentos em metacognição estavam atrelados à identificação com o termo e pouco à sua compressão, conforme revelado na continuidade da entrevista.

Conhecimentos adquiridos

Nessa categoria, estão presentes as respostas dadas aos conhecimentos adquiridos tanto em termos do entendimento de metacognição quanto em relação à proposta de resolução de problemas envolvendo estratégias metacognitivas. Em termos dos conhecimentos sobre metacognição oportunizados pelo curso, todos afirmaram que a oficina oportunizou construir conhecimentos sobre metacognição e que as discussões teóricas iniciais foram fundamentais para a compreensão das propostas didáticas apresentadas. Nas palavras de E7: “Me ajudou muito a entender metacognição e como ela pode se relacionar com a resolução de problemas [...] As discussões teóricas iniciais foram como um organizador prévio, para entender as propostas”; E2: “Eu pude compreender a metacognição, com as discussões teóricas os conceitos de metacognição e autorregulação ficaram mais claros para utilizar as propostas para resolver os problemas e também entender os conteúdos de Física”.

Na sequência, foi questionado se os licenciandos tiveram dificuldade em compreender e utilizar as propostas didáticas apresentadas. Cinco deles afirmaram que não encontraram dificuldades e os outros três licenciandos (E1, E6 e E8) relataram que, em alguns casos, tiveram dificuldades especialmente com o uso dos *prompts*. Tal dificuldade, de acordo com os entrevistados, estava na extensão da proposta, como destacado por E6: “Os *prompts* podem ser extensos demais, vai ficando desmotivador, mas achei muito importantes na organização da resolução”. Além disso, o entrevistado E3 relata que encontrou dificuldades com a proposta que envolve a elaboração de predições por não estar habituado a esse tipo de estratégia: “A maior dificuldade que encontrei foi na proposta das hipóteses, talvez por não ter muito conhecimento do conteúdo que os problemas abordavam, mas tive dificuldades em prever o resultado”.

Ao serem questionados quanto à validade das propostas apresentadas para a aprendizagem em resolução de problemas em Física, todos os graduandos avaliaram positivamente, afirmando que puderam compreender e resolver melhor os problemas, que conseguiram analisar os fenômenos com maior facilidade. Uma das expressões mais utilizadas por eles foi a possibilidade de “pensar melhor” sobre as situações.

Algumas respostas chamaram atenção especialmente considerando as reflexões realizadas pelos licenciandos em relação à atividade desenvolvida, como as expressas por E6: “[...] creio que auxiliará muito, principalmente abrindo a visão dos professores sobre a prática docente, pois, com o conhecimento dessas propostas e seus fundamentos, ficará mais fácil coordenar e preparar aulas, além de aumentar a criatividade de estratégias”; por E7: “As propostas são essenciais para aproveitar a resolução de problemas como uma forma de aprofundar o entendimento do conteúdo, evitando resolvê-los apenas de forma mecânica”.

Na sequência da entrevista, questionou-se qual a proposta que se julga mais adequada para a aprendizagem. A totalidade dos licenciandos definiu a reelaboração do enunciado e esboço do problema como a mais viável, por refletir melhor sobre a situação ao ter de reelaborá-la e também pela visualização e compreensão do fenômeno a partir do esboço. Mesmo definindo essa proposta como a mais adequada, cinco deles ressaltaram o uso de *prompts* orientativos. Os entrevistados E4, E6, E7 afirmaram já fazer uso de uma estratégia semelhante aos *prompts* para nortear a resolução de problemas, mesmo que inconscientemente.

Como análise dessa categoria, infere-se que a proposta de atividades didáticas que representam novidade e se distinguem do tradicionalmente utilizado pelos alunos pode levar à resistência. De acordo com Rosa (2001), isso ocorre em virtude de que os sujeitos se acomodam diante de sua ação e apresentam resistência a mudar o estado em que se encontram. Metaforicamente e referindo-se a metodologias e abordagens inovadoras de ensino, a autora menciona que seria uma espécie de “inércia pedagógica”.

No caso das propostas apresentadas, percebe-se maior resistência em termos daqueles que apresentam maior distanciamento da forma com eles resolviam os exercícios. O uso dos *prompts* e a predição, correspondendo, respectivamente, à primeira e à última proposta, exigiam dos licenciandos um modo de pensamento diferente do que estão acostumados a realizar. Essa diferença no modo de pensamento leva, conforme Flavell (1976), a uma nova reestruturação cognitiva e implica ativar mecanismos que podem não estar disponíveis de imediato. Por outro lado, a opção pelas propostas que, conforme mencionado pelos licenciandos, já eram realizadas por alguns deles, como é o caso da utilização de desenhos e a interação com o colega, encontra-se relacionada a mecanismos de pensamento já internalizado pelos sujeitos.

Avaliação da atividade

Os questionamentos dessa categoria buscaram analisar a validade das propostas apresentadas na perspectiva da atuação futura desses licenciandos como professores e quais os limites, as dificuldades e/ou as potencialidades das propostas estudadas. Nesse sentido, todos afirmaram que, como futuros professores, utilizariam essas propostas didáticas em suas aulas, justificando sua escolha com o argumento de que elas auxiliam os licenciandos a se autorregular, proporcionam uma resolução de problemas com aprendizagem significativa e não de um modo mecânico.

Nas palavras do entrevistado E1: “Eu vejo essas propostas como válidas para o ensino e para resolução de situações-problema, o que evita uma resolução apenas mecânica”. Já para o E4: “Eu usaria essas propostas como professor, pois ajudam os licenciandos a se organizar, pensar sobre os problemas e também na visualização e interpretação”.

Por fim, ao serem solicitados a descrever os limites e/ou as potencialidades encontradas nas propostas didáticas, os licenciandos afirmaram que perceberam mais aspectos positivos do que negativos na utilização das propostas, conforme menciona o entrevistado E8: “Eu acho que o único ponto negativo é que, dependendo da quantidade de problemas, fica um pouco cansativo, mas as propostas têm muito mais benefícios, podem contribuir muito no processo de ensino-aprendizagem, que se torna significativo. Isso porque o estudante pode refletir, analisar, visualizar melhor as questões”.

Como dificuldade, os entrevistados mencionam a questão de precisar de um tempo maior para as resoluções, afirmando que a atividade poderia se tornar cansativa. Como potencialidades, ressaltaram pontos já abordados nas análises, como a capacidade de reflexão sobre o problema, o contato maior com a situação, visualização, resgate dos conhecimentos prévios e avaliação do resultado.

As colocações dos graduandos remetem ao mencionado por Monereo (2001) e já explicitado anteriormente de que, para favorecerem em suas aulas o uso do pensamento metacognitivo, por meio da adoção de estratégias metacognitivas, os professores precisam inicialmente pensar e estruturar suas ações dentro dessa abordagem. Sobre isso, Rosa e Rosa (2016), ao analisarem a ação docente de um professor que buscou contemplar em suas aulas estratégias metacognitivas, relatam a existência de limitações na contemplação do uso das estratégias metacognitivas em virtude da novidade que ela representa, mas que as atividades desenvolvidas “mostraram que assumir tal abordagem e desenvolvê-la de forma plena pode ser uma questão de tempo para os docentes” (p. 7). Portanto, nada melhor do que iniciar já na graduação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da realidade vivenciada no Ensino de Física que, muitas vezes, está enraizado em formas tradicionais de ensino, a inserção dos constructos teóricos da metacognição é algo que converge para os objetivos da Física enquanto componente curricular e em consonância com o apreço nos documentos legais. A partir dessa identificação e tendo por base pesquisas que mostram que a evocação do pensamento metacognitivo favorece o aprender a aprender e a autonomia da aprendizagem (Ribeiro, 2003; Rosa, 2011), foram estruturadas quatro propostas didáticas que favorecem o uso do pensamento metacognitivo durante a resolução de problemas em Física.

As propostas didáticas apresentadas neste estudo buscaram favorecer o uso do pensamento metacognitivo de modo a ofertar uma qualificação no processo de aprendizagem em Física, particularmente no que se refere à resolução de problemas. As quatro propostas atentaram para distintos aspectos associados à metacognição, sem necessariamente serem excludentes entre si. Em outras palavras, as propostas elucidadas neste estudo e adaptadas da literatura especializada estão pautadas em aspectos metacognitivos a partir da possibilidade de ênfase em distintos elementos, a saber: a primeira volta-se ao controle da compreensão e ao monitoramento permanente da ação; a segunda busca orientar a resolução a partir de seis elementos metacognitivos que integram as duas componentes elencadas por Flavell (1976); a terceira procura no diálogo enfatizar a necessidade de resgatar conhecimentos prévios e autorregular a ação; a última pauta-se pela formulação de hipóteses como forma de monitorar e controlar a ação.

A aplicação dessas propostas e suas análises, conforme descrito neste texto, infere a identificação de que elas representam uma potencialidade para ativar mecanismos de pensamento que podem favorecer a aprendizagem, corroborando estudos vinculados a intervenções didáticas orientadas pela metacognição. Como exemplo dessa potencialidade mencionam-se as discussões dos licenciandos nos encontros e

registradas no diário de bordo da pesquisadora. Neles, cujos fragmentos foram apresentados neste artigo, é possível verificar que as propostas provocam um movimento de pensamento que, em situações tradicionais de resolução de problemas, isso não ocorre. As trocas verbais, as perguntas formuladas pelos licenciandos são exemplos de que eles estão operando em situações que ultrapassam o mecanicismo que está presente no tipo de problema utilizado neste estudo.

Com esses resultados e de forma mais específica em termos do curso de extensão desenvolvido com acadêmicos de Física, aponta-se que, enquanto futuros professores, os sujeitos participantes: (i) buscam qualificação e têm interesse em oportunizar estratégias de aprendizagem que beneficiem seus futuros alunos, pois demonstraram interesse e mostram-se dispostos em aprender, analisar e discutir novas alternativas didáticas; (ii) estão preocupados em oferecer aos seus futuros alunos atividades que favoreçam a aprendizagem dos saberes, não apenas uma aprendizagem mecânica, inferindo que a evocação do pensamento metacognitivo se revela um aliado para esse objetivo; (iii) apesar de, em alguma medida, já ter conhecimento sobre o constructo metacognição, revelaram que as atividades desenvolvidas possibilitaram um aprofundamento na teoria e nas possibilidades didáticas inferidas a partir dela; (iv) mostraram-se entusiasmados em utilizar as propostas para resolução de problemas tanto em termos de sua própria aprendizagem quanto proposta de ensino; por meio das quatro propostas didáticas, foram capazes de recorrer à evocação do pensamento metacognitivo em seus diferentes componentes: o conhecimento do conhecimento e o controle executivo autorregulador; (v) apresentam resistência a formas de pensamento que se diferem dos habitualmente utilizados por eles; (vi) atribuem à atividade realizada uma oportunidade de inovar em sala de aula e de buscar qualificar a aprendizagem em Física.

Dessa forma, o estudo proposto revela-se uma oportunidade de inserir práticas pedagógicas voltadas a qualificar o processo de aprendizagem em Física e contribuir para a instituição de um novo modo de pensamento. A atividade oferecida aos graduandos demonstrou ser um potencial em termos de oportunizar subsídios teóricos para ações docentes futuras, bem como propostas práticas de como os professores podem utilizar a evocação do pensamento metacognitivo durante as atividades de resolução de problemas em Física.

REFERÊNCIAS

- Araujo, I. S., & Mazur, E. (2013). Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(2), 362-384. DOI: [10.5007/2175-7941.2013v30n2p362](https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362)
- Bogdanovic, I., Obadovic, D. Z., Cvjeticanin, S., Segedinac, M., & Budic, S. (2015). Students' metacognitive awareness and physics learning efficiency and correlation between them. *European Journal of Physics Education*, 6(2), 18-30. Recuperado de <http://www.eu-journal.org/index.php/EJPE/article/view/4>
- Brasil (1998). Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. Metacognition, motivation, and understanding, In F. E. Weinert, & R. H. Kluwe, (Eds.). *Metacognition, motivation and understanding*. (pp. 65-116). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para o profesor y actividades orientadas al aluno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 369-380. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21685/21519>
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652/21486>
- Chi, M., Glaser, R., & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. In R. Sternberg (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence*. v. 1. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

- Clement, L. (2004). *Resolução de problemas e o ensino de procedimentos e atitudes em aulas de Física*. 2004. (Dissertação de Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Coleoni, E. A., Otero, J. C., Gangoso, Z., & Hamity, V. H. (2016). La construcción de la representación en la resolución de un problema de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(3), 285-298. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/577/368>
- Couceiro Figueira, A. P. (2003). Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de Educación*, Recuperado de <http://rieoei.org/deloslectores/446Couceiro.pdf>
- Couceiro Figueira, A. P. (2006). Estratégias cognitivo/comportamentais de aprendizagem: problemática conceptual e outras rubricas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(6), 1-20. <https://rieoei.org/RIE/article/view/2680>
- Coll, C. (1986). Acción, interacción y construcción del conocimiento en situaciones educativas. *Revista de Educación*, 279, 9-23. Recuperado de <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/70070/00820073003381.pdf>
- Davis, C., Nunes, M. R., & Nunes, C. A. A. (2005). Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. *Cadernos de Pesquisa*, 35(125), 205-230. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cp/v35n125/a1135125.pdf>
- Dufresne, R. J., Leonard, W. J., & Gerace, W. J. (2002). Marking sense of students' answers to multiple-choice questions. *The Physics Teacher*, 40(3), 174-180. Recuperado de <https://srri.umass.edu/sites/srri/files/dufresne-2002mss/index.pdf>
- Efkliides, A. (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, 1(1), 3-14. DOI: [10.1016/j.edurev.2005.11.001](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2005.11.001)
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.). *The nature of intelligence*. (pp. 231-236). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H., & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In R. V. Kail, & J. W. Hagen (Eds.). *Perspectives on the development of memory and cognition*. (pp. 3-33). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive - developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. DOI: [10.1037/0003-066X.34.10.906](https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906)
- Flavell, J. H., Miller, Patricia H., & Miller, S. A. (1999). *Desenvolvimento cognitivo*. Tradução de Cláudia Dornelles. (3a ed.). Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Hinojosa, J., & Sanmartli, N.(2016). Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física. *Ciência & Educação*, 22(1), 7-22. DOI: [10.1590/1516-731320160010002](https://doi.org/10.1590/1516-731320160010002)
- Jacobowitz, T. (1990) AIM: a metacognitive strategy for constructing the main idea of text. *Journal of Reading*, 33(8), 620-624.
- Malone, K. L. (2008). Correlations among Knowledge Structures, Force Concept Inventory, and Problem-Solving Behaviors. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 4(2), 020107-1--020107-15. DOI: [10.1103/PhysRevSTPER.4.020107](https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020107)
- Martínez-Losada, C., García-Barros, S., Mondelo-Alonso, M., & Vega-Marcote, P. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 211-225. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21574/21408>
- Meneses Villagrà, J. Á. (2018). Estrategias didácticas para la resolución de problemas en Física. In J. Á. Meneses-Villagrà, & M. J. F. Gebara (Orgs.). *Estrategias didácticas para la enseñanza de la Física* (pp. 19-41). Burgos, España: Editora da Universidad de Burgos.

- Monereo, C., Pozo, J. I., & Castelló, M. (2001). La enseñanza de estrategias de aprendizaje en el contexto escolar. *Psicología de la educación escolar*, 2, 235-258. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Carles_Monereo/publication/261082782
- Monereo, C. (2001). La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. In C. Monereo. *Ser estratégico y autónomo aprendiendo*. (pp. 11-27). Barcelona: Graó.
- Monereo, C., & Castelló, M. (1997). *Las estrategias de aprendizaje: cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Barcelona: Edebé.
- Monereo, C., Badia, M. C., Muntada, M. C., Muñoz, M. P., & Cabaní, M. L. P. (1994). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje: formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Madrid: Graó.
- Moser, S., Zumbach, J., & Deibl, I. (2017). The effect of metacognitive training and prompting on learning success in simulation-based physics learning. *Science Education*, 101(6), 944-967. DOI: [10.1002/sce.21295](https://doi.org/10.1002/sce.21295)
- Muñoz, Á. V. (2017). *¿Qué hay de nuevo en la metacognición? Una revisión del concepto y su aplicación en los procesos de lectura y escritura*. Venezuela. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/306079274>
- Peduzzi, L. O. Q. (1997). Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 14(3), 229-253. DOI: [10.5007/%25x](https://doi.org/10.5007/%25x)
- Pozo, J. I., & Postigo, Y. (2000). *Los procedimientos como contenidos escolares: uso estratégico de la información*. Barcelona: Edebé.
- Ribeiro, C. (2003). Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*, 16(1), 109-116. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/%0D/prc/v16n1/16802.pdf>
- Ribeiro, C. A. G. (2017). *Habilidades metacognitivas envolvidas na resolução de problemas em física: investigando estudantes com expertise*. (Monografia. Trabalho Final de Curso). Universidade de Passo Fundo, 2017.
- Rosa, C. T. W. (2001). *Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas*. (Dissertação de Mestrado em Educação). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- Rosa, C. T. W., & Pinho-Alves, J. (2009). A dimensão metacognitiva na aprendizagem em Física: relato das pesquisas brasileiras. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 1117-1139. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART19_Vol8_N3.pdf
- Rosa, C. T. W. (2011). *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. (Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95261/290643.pdf>
- Rosa, C. T. W. (2014). *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: UPF Editora. Recuperado de http://editora.upf.br/images/ebook/metacognicao_ensino_fisica.pdf
- Rosa, C. T. W., & Rosa, Á. B. (2016). Ensino de Física por estratégias metacognitivas: análise da prática docente. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 11(1) 1-7. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/2733/273346440001/>
- Rosa, C. T. W., Darroz, L. M., & Rosa, Á. 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. DOI: [10.5007/%25x](https://doi.org/10.5007/%25x)
- Rosa, C. T. W., Santos, A. C., & Ribeiro, C. (2017). Pensamento metacognitivo em estudantes do ensino médio: elaboração, validação e aplicação de um instrumento. In *Anais do IV Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica*, Santo Ângelo. Recuperado de http://www.santoangelo.uri.br/anais/ciecitec/2017/resumos/comunicacao/trabalho_2742.pdf

- Ryan, Q. X., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., & Mason, A. (2016). Computer problem-solving coaches for introductory physics: Design and usability studies. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 0101051-17. DOI: [10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010105](https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010105)
- Sanjosé, V., & Gangoso, Z. (2007). Fuentes de obstáculos en resolución de problemas en Física. In *Anais da 92ª Reunión Nacional de Física*. (pp. 160-161). Salta, Argentina.
- Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition. In A. H. Schoenfeld. *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sousa, C. M., Fávero, M. H. (2002). Um estudo sobre resolução de problemas de Física em situação de interlocução entre um especialista e um novato. In *Anais do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 8, 2002. Águas de Lindóia, São Paulo: Sociedade Brasileira de Física.
- Taasoobshirazi, G., & Farley, J. A. (2013). Multivariate Model of Physics Problem Solving. *Learning and Individual Differences*, 24, 53-62. DOI: [10.1016/j.lindif.2012.05.001](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.05.001)
- Thomas, G. P. (2013). Changing the metacognitive orientation of a classroom environment to stimulate metacognitive reflection regarding the nature of physics learning. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1183-1207. DOI: [10.1080/09500693.2013.778438](https://doi.org/10.1080/09500693.2013.778438)
- Triviños, A. N. S. (1994). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. (4a ed.). São Paulo: Atlas.
- Veenman, M. V. J., van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3-14. DOI: [10.1007/s11409-006-6893-0](https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0)
- Werner, C. T., & Otero, J. (2015). A influência da autoridade epistémica e da competência autopercebida no julgamento de estudantes sobre a compreensão da ciência. In *Anais do Encontro Nacional de Educação em Ciências*, 16. Lisboa - Portugal.
- White, R. T. (1990). Metacognition. In Keeves, J. (Org.). *Educational research, methodology and measurement: an international handbook* (pp. 70-75). Oxford: PP.
- Yin, R. K. (2015). *Estudos de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zabalza, M. A. (1994). *Diários de aula: contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores*. Porto: Porto Editora.
- Zepeda, C. D., Richey, J. E., Ronevich, P., & Nokes-Malach, T. J. (2015). Direct instruction of metacognition benefits adolescent science learning, transfer, and motivation: An in vivo study. *Journal of Educational Psychology*, 107(4), 954-970. DOI: [10.1037/edu0000022](https://doi.org/10.1037/edu0000022)
- Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169. DOI: [10.1080/03057267.2013.847261](https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261)

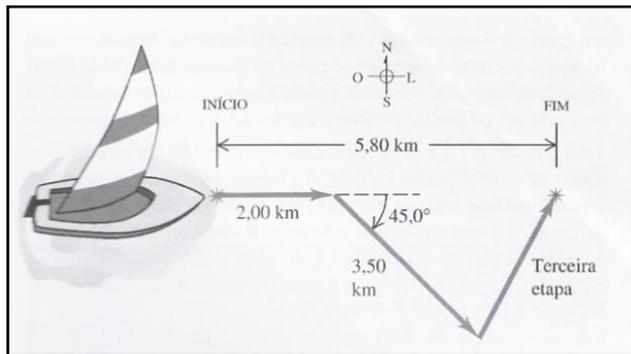
Recebido em: 06.01.2018

Aceito em: 21.08.2018

Apêndice A – Questões propostas aos licenciandos para discussão no último encontro.

1. Uma velejadora encontra ventos que impelem seu pequeno barco à vela. Ela veleja 2,00 km de oeste para leste, a seguir 3,50 km para sudeste e depois certa distância em direção desconhecida. No final do trajeto ela se encontra a 5,80 km diretamente a leste de seu ponto de partida (ver figura abaixo). Determine o módulo, a direção e o sentido do terceiro deslocamento.

(Fonte: SEARS, F. W. *et al.* Física I- Mecânica. 12. ed. Pearson Addison Wesley Editora, 2008, p. 32).



2. Que distância seu carro percorre, a 88 km/h, durante 1s em que você olha um acidente à margem da estrada?

(Fonte: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28).

3. Calcule a velocidade escalar média nos dois casos seguintes.

a. O objeto se desloca 72 m à razão de 1,2 m/s e depois 72 m a 3,0 m/s numa reta.

b. O objeto se desloca durante 1,0 min a 1,2 m/s e depois durante 1,0 min a 3,0 m/s numa reta.

(Fonte: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28 - com adaptações).

4. Certa força dá ao objeto m_1 a aceleração $12,0 \text{ m/s}^2$. A mesma força dá ao objeto m_2 a aceleração $3,30 \text{ m/s}^2$. Que aceleração daria a um objeto cuja massa fosse (a) a diferença entre m_1 e m_2 e (b) a soma de m_1 e m_2 ?

(Fonte: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 90).

5. Qual deve ser a distância entre a carga pontual $q_1 = 26,3 \mu\text{C}$ e a $q_2 = -47,1 \mu\text{C}$ para que a força elétrica atrativa entre elas tenha uma intensidade de $5,66 \text{ N}$?

(Fonte: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 9).