

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Caroline Maria Ghiggi

ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NA  
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA

Passo Fundo

2017

Caroline Maria Ghiggi

**ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NA  
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação da Professora Doutora Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Passo Fundo

2017

CIP – Catalogação na Publicação

---

S237e Ghiggi, Caroline Maria  
Estratégias metacognitivas na resolução de problemas em física / Caroline  
Maria Ghiggi. – 2017.  
155 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientadora: Professora Doutora Cleci Teresinha Werner da Rosa.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –  
Universidade de Passo Fundo, 2017.

1. Física – Métodos de ensino. 2. Professores – Formação. I. Rosa, Cleci  
Teresinha da, orientadora. II. Título.

CDU: 53

---

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

Caroline Maria Ghiggi

## ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA

A banca examinadora APROVA, em 23 de outubro de 2017, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Profª. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa – Orientadora  
Universidade de Passo Fundo – UPF

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva  
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG

Prof. Dr. Marco Antonio Sandini Trentin  
Universidade de Passo Fundo – UPF

Dedico a todos os professores que, ao longo da minha caminhada como aluna, contribuíram com seus conhecimentos e experiências para que esta conquista tenha se tornado uma realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha orientadora, Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, que me inspirou desde o primeiro semestre da graduação e continua a inspirar a ser uma profissional melhor e cada vez mais capacitada. Quero agradecer principalmente por compartilhar seu conhecimento, por acreditar em mim, pela paciência e, sobretudo, pela dedicação. Obrigada por cada “vai dar tudo certo”.

A todos os professores do Mestrado Profissional de Ensino de Ciências e Matemática da UPF, por todos os ensinamentos que contribuíram grandemente para meu desenvolvimento como professora de Física.

Aos meus colegas, pela amizade, pelos momentos de alegria, pelas palavras de motivação. Obrigada pela contribuição de cada um. Dividimos um período fantástico de nossas vidas.

Aos acadêmicos do curso de Física e participantes do estudo desenvolvido nesta dissertação. Vocês me fazem acreditar em uma educação cada vez melhor, pelo interesse em serem cada vez mais qualificados e buscarem novas possibilidades.

À Escola St. Patrick, que me faz acreditar todos os dias no potencial transformador da educação.

Aos meus pais, por serem, desde sempre, os meus maiores apoiadores e incentivadores. Obrigada por me ensinarem a ser resiliente e buscar os meus objetivos.

Ao universo e à vida, que me permitem viver experiências como esta, de evolução e aprendizado.

A ciência é muito mais do que um corpo de  
conhecimento.  
É uma maneira de pensar.

Carl Sagan

## 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 se ocupa de desenvolver e analisar propostas didáticas que permitam a aproximação desse construto com a resolução de problemas em Física. Inserido na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática, o presente estudo elege um curso de formação de professores de Física como foco de investigação e infere a seguinte questão como norteadora da pesquisa: como futuros professores de Física concebem a resolução de problemas estruturada a partir de uma orientação metacognitiva? 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 responder a esse questionamento e atingir o objetivo pretendido, o estudo estrutura quatro propostas didáticas de resolução de problemas orientadas pela metacognição estruturada de distintas formas. Tais propostas foram assim denominadas: prompts orientativos; reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema; explicação da situação-problema a um colega; e resolução de problemas com elaboração de previsões. Cada proposta é acompanhada das discussões que embasam sua elaboração e operacionalização na forma de estratégias metacognitivas. A avaliação da proposta na forma de pesquisa do estudo foi realizada por meio de um processo de intervenção junto a um grupo de estudantes da licenciatura em Física da Universidade de Passo Fundo, RS. A intervenção na modalidade curso de extensão universitária foi avaliada por meio de três instrumentos: diário de bordo, preenchido pela pesquisadora, materiais produzidos pelos participantes e entrevistas semiestruturadas com os estudantes que participaram de todos os encontros. 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. Por fim, o estudo aponta para a importância de ofertar materiais que estejam ao alcance dos professores como forma de aproximação da pesquisa acadêmica com a sala de aula e infere a importância de disponibilizar esses materiais a professores e futuros professores de Física. Nesse sentido, o estudo elabora um material de apoio para professores, que se constitui no produto educacional desta dissertação, disponibilizando-o na forma digital e impressa.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Estratégias Metacognitivas. Formação Inicial de Professores. Resolução de Problemas. Produto Educacional.



## 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 analysing didactic proposals that allow the approximation of this construct with problem solving in Physics. Inserted in the research line theoretical-methodological foundations for the teaching of Sciences and Mathematics, this study elects a teacher training course in Physics as research focus And infers the following question as guiding the research: How do future Physics teachers conceive structured problem solving based on a metacognitive orientation? 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. To respond to this questioning and achieve the intended objective, the study structures four didactic proposals for problem solving oriented by metacognition structured in different ways. These proposals were so-called: guiding prompts; Rrewriting the statement and outlining the problem situation; explanation of the problem situation to a colleague and problem solving with elaboration of predictions. Each proposal is accompanied by the discussions that support its elaboration and operationalization in the form of metacognitive strategies. The evaluation of the proposal in the form of study research was performed through an intervention process with a group of undergraduate Physics students from University of Passo Fundo. The intervention in the modality course of university extension was evaluated through three instruments: logbook filled by the researcher, materials produced by participants and semi-structured interviews with students who participated in all meetings. 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. Finally, the study points to the importance of offering materials that are available to teachers as an approximation of academic research to the classroom and infers the importance of making these materials available to teachers and future physics teachers. In this sense, the study draws up a support material for teachers, which constitute the educational product of this dissertation, making it available in digital and printed form.

**Keywords:** Physics Teaching. Metacognitive Strategies. Initial Teacher Training. Problem Solving. Educational Product.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Nuvem de palavras relacionado as concepções sobre o ensino de Física.....	55
Figura 2 - Exemplo de preenchimento do item 2 da ficha de registro da estratégia AIM .....	59
Figura 3 - Exemplos de preenchimento do item 5 da ficha de registro da estratégia AIM.....	60
Figura 4 - Exemplo de preenchimento do item 6-b da ficha de registro da estratégia AIM ....	60
Figura 5 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema .....	63
Figura 6 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema .....	63
Figura 7 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de prompts orientativos...	65
Figura 8 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta de <i>prompts</i> orientativos...	65
Figura 9 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de auxílio de um colega ..	69
Figura 10 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta de auxílio de um colega ...	69
Figura 11 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta predições .....	71
Figura 12 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta predições .....	72
Figura 13 - Exemplo 1 da justificativa da escolha para resolver a questão 1 na atividade final ....	74
Figura 14 - Exemplo 2 da justificativa da escolha para resolver na questão 1 na atividade final ..	74
Figura 15 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 2 na atividade final .....	75
Figura 16 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 3 na atividade final .....	76
Figura 17 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 4 na atividade final .....	76
Figura 18 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 5 na atividade final .....	77

## LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1 - Componentes e elementos metacognitivos .....	23
Quadro 2 - Exemplos de perguntas para compor os <i>prompts</i> : conhecimento do conhecimento .....	39
Quadro 3 - Exemplos de perguntas para compor os <i>prompts</i> : controle executivo e autorregulador ...	40
Quadro 4 - Diagrama ilustrativo das quatro propostas didáticas .....	46
Quadro 5 - Ementa das disciplinas de Ensino de Física .....	50
Quadro 6 - Cronograma das atividades realizadas no curso de extensão .....	51
Quadro 7 - Demonstrativo de participantes em cada encontro.....	52
Gráfico 1 - Representação das escolhas dos estudantes frente às propostas didáticas .....	73

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1 METACOGNIÇÃO E OS PROCESSOS EDUCATIVOS</b> .....	<b>19</b>
1.1 <b>Cognição e metacognição</b> .....	<b>19</b>
1.2 <b>Metacognição como estratégia de aprendizagem</b> .....	<b>24</b>
1.3 <b>Metacognição e a prática docente</b> .....	<b>27</b>
<b>2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA</b> .....	<b>30</b>
2.1 <b>Aspectos norteadores</b> .....	<b>30</b>
2.2 <b>Metacognição e resolução de problemas</b> .....	<b>33</b>
<b>3 PROPOSTAS DIDÁTICAS DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA</b> .....	<b>38</b>
3.1 <b>Elaboração das propostas</b> .....	<b>38</b>
3.2 <b>Proposta 1: uso de prompts orientativo</b> .....	<b>38</b>
3.3 <b>Proposta 2: reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema</b> .....	<b>41</b>
3.4 <b>Proposta 3: explicação da situação-problema ao colega</b> .....	<b>43</b>
3.5 <b>Proposta 4: resolução de problemas com elaboração de predições</b> .....	<b>45</b>
3.6 <b>Síntese das propostas</b> .....	<b>46</b>
<b>4 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA</b> .....	<b>48</b>
4.1 <b>Contextualizações iniciais</b> .....	<b>48</b>
4.2 <b>Estrutura do curso de extensão</b> .....	<b>51</b>
4.3 <b>Aspectos metodológicos da pesquisa</b> .....	<b>52</b>
4.4 <b>Descrição e análise dos encontros</b> .....	<b>54</b>
4.4.1 <i>Primeiro encontro: fundamentos teóricos da metacognição</i> .....	<i>54</i>
4.4.2 <i>Segundo encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas</i> .....	<i>58</i>
4.4.3 <i>Terceiro encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas</i> .....	<i>67</i>
4.4.4 <i>Quarto encontro: síntese final das atividades - discussões sobre as propostas de orientação metacognitiva</i> .....	<i>73</i>
4.5 <b>Entrevistas</b> .....	<b>79</b>
4.5.1 <i>Conhecimentos anteriores</i> .....	<i>80</i>
4.5.2 <i>Conhecimentos adquiridos</i> .....	<i>82</i>
4.5.3 <i>Avaliação da atividade</i> .....	<i>84</i>

<b>4.6 Produto educacional</b> .....	<b>85</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>89</b>
<b>APÊNDICE A - Artigo 1</b> .....	<b>96</b>
<b>APÊNDICE B - Termo de autorização do curso de Física - UPF</b> .....	<b>118</b>
<b>APÊNDICE C - Curso de extensão</b> .....	<b>119</b>
<b>APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b> .....	<b>123</b>
<b>APÊNDICE E - Slides utilizados no primeiro encontro</b> .....	<b>124</b>
<b>APÊNDICE F - Guia orientativo e ficha de registro para atividade metacognitiva de leitura</b> .....	<b>132</b>
<b>APÊNDICE G - Situações-problema utilizadas no encontro 2</b> .....	<b>135</b>
<b>APÊNDICE H - Situações-problema utilizadas no encontro 3</b> .....	<b>138</b>
<b>APÊNDICE I - Situações-problemas extraclasse</b> .....	<b>140</b>
<b>APÊNDICE J - Roteiro para a entrevista com os alunos</b> .....	<b>143</b>
<b>APÊNDICE K - Diário de bordo</b> .....	<b>144</b>
<b>ANEXO A - Certificado de ministrante do minicurso</b> .....	<b>152</b>
<b>ANEXO B - Certificado do curso de extensão - acadêmicos</b> .....	<b>154</b>

## INTRODUÇÃO

O ensino da Física é uma área que sempre enfrentou desafios em relação à aprendizagem e às ações em sala de aula e suas formas tradicionais de ensino se perpetuam há anos. Em um ensino tradicional, primordialmente a atribuição do indivíduo consiste em tomar um posicionamento caracterizado pela passividade. Conforme afirma Mizukami, nesse ensino, o sujeito é:

[...] irrelevante na elaboração e aquisição do conhecimento. Ao indivíduo que está adquirindo conhecimento compete memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal a partir de um esquema atomístico (1986, p. 11).

Pode-se perceber que a tônica do processo consiste apenas na memorização de conteúdos e a escola acaba formando alunos pouco motivados, que se limitam à condição de ouvintes, sem a possibilidade de criar e inovar e que não compreendem os objetivos de estarem inseridos em uma instituição de ensino e de que forma isso poderá auxiliá-los em suas vidas.

O quadro apresentado, que vem sendo debatido nas pesquisas nacionais (MIZUKAMI, 1986; LEÃO, 1999; ARRUDA; MARIN, 2001; ROSA; ROSA, 2005; RANGEL, 2005; PRESTES, 2013), é evidenciado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) há mais de quinze anos:

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos (BRASIL, 1998, p. 22).

Essa realidade, duramente criticada pelos PCNEM, ainda se mostra presente em grande parte das escolas de educação básica. Ela repercute em um ensino que não se mostra preocupado em estabelecer relações entre as experiências cotidianas dos estudantes e os conhecimentos científicos. Tampouco possibilita a construção de competências que possam levar os sujeitos ao desenvolvimento de um pensamento crítico e capaz de entender e intervir nos eventos circundantes. Nesse sentido, considerando essa realidade educacional e constatada a necessidade de se promover mudanças desse contexto, os PCNEM abordam que:

[...] é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada. Ou seja, feitas as investigações, abstrações e generalizações potencializadas pelo saber da Física, em sua dimensão conceitual, o conhecimento volta-se novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse, agora com um novo olhar, como o exercício de utilização do novo saber adquirido, em sua dimensão aplicada ou tecnológica. O saber assim adquirido reveste-se de uma universalidade maior que o âmbito dos problemas tratados, de tal forma que passa a ser instrumento para outras e diferentes investigações (BRASIL, 1998, p. 23).

Para esse ensino, os PCNEM elencam um conjunto de aspectos necessários aos currículos e às práticas pedagógicas, dentre os quais está a necessidade de incentivar a capacidade de aprender dos estudantes: “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 de memorização dos conhecimentos 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 sempre, ao longo da vida.

Entretanto, de um lado, encontra-se a legislação que aponta para a necessidade de um ensino voltado à contextualização dos saberes e ao desenvolvimento da autonomia como meio de aprender a aprender, e, de outro, se percebe a estagnação de um modelo já condenado há anos. Diante dessa situação contraditória, questiona-se sobre as possibilidades de auxiliar o professor a mudar sua prática e aproximá-la das demandas emergentes da sociedade contemporânea, especialmente das necessidades e dos anseios dos jovens. Nesse sentido, pondera-se: Como tornar mais significativo para os estudantes do ensino médio os conteúdos de Física? De que forma é possível favorecer a autonomia e o aprender a aprender no contexto escolar? Como contribuir para amenizar o dogmatismo imposto pela tradição do ensino de Física?

Essas entre outras questões têm permeado minhas reflexões enquanto professora de Física na educação básica. Em minha experiência profissional, há mais de seis anos, constatei que os estudantes apresentam dificuldades para compreender os conceitos de Física e que isso pode ser um reflexo da forma como a disciplina é abordada. Especialmente, destaco a falta de contextualização dos saberes e a falta de autonomia para a aprendizagem facultada pelo sistema educacional.

Em termos da aproximação com a realidade, é perceptível que a contextualização dos saberes é um meio que possibilita a Física tornar-se mais significativa e despertar o interesse dos alunos (PINHEIRO, 1996; PIETROCOLA et al., 2008), contribuindo para amenizar as intempéries deste ensino.

No que tange à autonomia na aprendizagem, a situação se mostra mais complexa, pois poucos são os estudos que mostram possibilidades e alternativas para seu favorecimento no contexto escolar. De acordo com Ribeiro (2003), os professores pouco têm direcionado suas práticas no sentido de promover situações que visam à autonomia e ao pensamento reflexivo. Menos ainda tem sido as propostas didáticas, as quais favorecem aos alunos que aprendam a aprender, considerando a tônica do processo de autonomia na aprendizagem.

Como professora, sinto falta de discutir e refletir ambas as questões, aproximação com o cotidiano por meio de uma abordagem contextualizada e oportunidade de favorecer a aprendizagem por meio de um processo autônomo. Contudo, o último aspecto mencionado, a autonomia na aprendizagem, tem chamado minha atenção, pois pouco têm sido as alternativas para inseri-la no contexto do ensino de Física e menos ainda as pesquisas com propostas educativas (ROSA; PINHO-ALVES, 2009). E foi a busca por desenvolver alternativas didáticas que favoreçam e promovam a autonomia na aprendizagem que me levou a buscar um curso de formação continuada e, com isso, arquear-me sobre a temática, analisando alternativas para sua inserção nas aulas de Física.

O exposto apresenta e justifica a escolha do tema apresentado e que integrou o projeto de pesquisa proposto para o ingresso no curso de mestrado profissional e que pretendo desenvolver nesta dissertação. Minha formação inicial como professora de Física na Universidade de Passo Fundo (2011-2015) me proporcionou conhecer diversas teorias e propostas didáticas e o contato direto com a sala de aula e as especificidades de ser professor me proporcionaram adquirir a vivência escolar, à vista disso, durante e depois de formada. O “durante” é justificado em razão de que, no terceiro nível do curso, fui desafiada por uma escola privada do município a assumir três turmas de ensino médio regular e duas turmas de Educação para Jovens e Adultos (EJA). Tal experiência se mostrou relevante para minha formação, pois, enquanto discutia o corpo teórico pertencente à educação e ao ensino de Física no desenvolver do curso, podia comparar com a prática vivenciada em sala de aula. Além disso, a experiência como bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) durante sete semestres oportunizou unir e confrontar teoria e prática, proporcionando formular dúvidas e inquietações que me levaram a buscar o mestrado que ora estou prestes a finalizar.



Atualmente como professora da educação básica, tenho privilégio de atuar em uma escola que busca, em seus princípios educacionais, a autonomia de seus estudantes, especialmente no que diz respeito à aprendizagem. A escola atua dentro de uma proposta construtivista, centrada na aprendizagem do aluno com prioridade na produção do conhecimento, o que me permite estar em busca constante por estratégias que promovam e favoreçam essa autonomia.

Diante da realidade vivenciada pela prática profissional e vinculada à necessidade de buscar e promover a autonomia dos estudantes frente aos seus processos de aprendizagem, deparei-me com os textos relacionados ao uso do pensamento metacognitivo como alternativa. De forma mais específica, os textos que buscam a promoção da autonomia de algum modo se reportam à metacognição como suporte teórico e mostram que um aluno autônomo é aquele que recorre ao uso do pensamento metacognitivo (CHI; GLASER; REES, 1982; RIBEIRO, 2003; ROSA, 2011). Evidenciam, ainda, que se esse é o diferencial na qualidade da aprendizagem em Física, como mostraram os estudos de Chi et al., (1989), o professor deverá favorecer que ele seja usado durante a realização das tarefas de aprendizagem, tornando-o explícito em suas práticas pedagógicas.

Nessa mesma linha, Ribeiro (2003) menciona que mesmo que os estudos sobre metacognição não sejam recentes – pois datam da década de 1970 –, quando associada às estratégias de aprendizagem, a metacognição ganha cada vez mais espaço no sistema de ensino internacional, isso porque a 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” (RIBEIRO, 2003, p. 115).

A aprendizagem, partindo de uma abordagem que favorece os processos metacognitivos, conforme os estudos de Ribeiro (2003), apresenta inúmeras vantagens. Salienta-se as seguintes: 1) autocontrole e autoapreciação, propiciando o sujeito a ser ativo e construtivo no seu conhecimento, ou seja, promover o desenvolvimento de competências nos estudantes de acordo com suas possibilidades cognitivas; 2) novas perspectivas em relação à individualidade dos alunos, de acordo com o modo como cada um atua nos seus processos de aprendizagem e como isso reflete no rendimento escolar e na avaliação pessoal; 3) a metacognição depende do desenvolvimento cognitivo, contudo, também age como favorecedora do referido, permitindo ao estudante avançar no seu nível de realização.

Associada ao exposto está a questão anunciada por Monereo e Castelló (1997), de que, para o professor utilizar estratégias de aprendizagem apoiadas na metacognição, é preciso que ele tenha conhecimento sobre tal. E mais, que ele as utilize em sua organização pedagógica e também no momento de explicar os conteúdos escolares. Sobre isso, Zohar e Barzilai (2013), ao realizarem um estudo amplo nas pesquisas no campo da Educação em Ciências, desenvolvidas no período de 2000-2012, mostram que há uma lacuna muito grande em termos de discussão desse construto teórico nos cursos de formação inicial e continuada de professores. O estudo confirma os achados de Georghiadis (2004) e Thomas (2012) e reforça a necessidade de abordar esta questão crítica em estudos futuros de educação inicial e continuada de professores de Ciências.

Além disso, Zohar e Barzilai (2013), apoiadas nos trabalhos de Veenman et al. (2006), Wilson e Bai (2010) e Zohar (1999, 2006), 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 as autoras, há uma carência de literatura nessa temática, e, com isso, o tema é pouco explorado com os professores. Ou seja, os professores dificilmente têm conhecimento suficiente sobre metacognição e seu ensino. Essa realidade também está presente nas pesquisas brasileiras, como mostraram Rosa e Pinho-Alves (2009) e Rosa, Darroz e Rosa (2017). Os autores realizaram uma busca na produção nacional em distintos períodos e chegaram a resultados semelhantes, que evidenciam ser insipientes os estudos desenvolvidos no Brasil dentro da temática, especialmente os de natureza empírica. Dentre as razões para isso, os autores mencionam “a falta de um referencial teórico expressivo nessa área” (ROSA; PINHO-ALVES, 2009, p. 1132).

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. Em outras palavras, a problemática do estudo se configura pelos seguintes questionamentos: em que medida a metacognição é entendida como favorecedora de uma aprendizagem autônoma? De que forma é possível proporcionar momentos de evocação do pensamento metacognitivo durante as aulas de Física? Como as práticas pedagógicas podem se servir das estratégias de orientação metacognitiva?

Tais questionamentos levam ao desenvolvimento de propostas didáticas orientadas à evocação do pensamento metacognitivo e discute sua operacionalização com futuros

professores de Física. Mais especificamente, o estudo centra seu olhar na resolução de problemas, considerada a ação didática mais utilizada pelos professores no ensino Física, conforme ressaltado por Peduzzi, Zylbersztajn e Moreira (1992), Costa e Moreira (1996; 1997), Sousa e Fávero (2002) e Clement (2004).

O foco central situa-se, portanto, em discutir como a metacognição pode favorecer os aprendizes a se tornarem “resolvedores” de problemas mais eficientes e reflexivos (DUFRESNE; LEONARD; GERACE, 2002) e quais as percepções de futuros professores de Física sobre isso.

A partir desse recorte e do desejo de qualificar o processo de ensino e de aprendizagem em Física, estabelece-se a seguinte pergunta como norteadora do estudo: como futuros professores de Física concebem a resolução de problemas estruturada a partir de uma orientação metacognitiva?

Justifica-se como *locus* de aplicação do estudo um curso de formação inicial de professores de Física, uma vez que ele representa a alternativa para que esses futuros professores possam associar ao estudo das estratégias de ensino a explicitação da evocação do pensamento metacognitivo.

Dessa forma, elege-se como objetivo geral 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.

De forma mais específica, pretende-se analisar a potencialidade da metacognição associada aos processos educativos e como favorecedora da autonomia na aprendizagem; discorrer sobre a resolução de problemas como ferramenta didática no ensino em Física; estruturar diferentes possibilidades didáticas para contemplar a associação da metacognição com a resolução de problemas em Física; aplicar e avaliar a proposta didática elaborada para o estudo; e desenvolver um produto educacional vinculado ao estudo desenvolvido.

Para tanto, o trabalho estruturou, a partir do referencial teórico construído, quatro possibilidades didáticas de orientação metacognitiva para a resolução de problemas em Física, que foram aplicadas com professores dessa disciplina em processo de formação inicial. A proposição constituiu o produto educacional deste estudo, que foi estruturada na forma de material de apoio para professores e constitui material complementar a este texto.

Associada à aplicação das propostas didáticas, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa, apoiando-se no uso de três instrumentos: diário de bordo com os registros por parte da pesquisadora, materiais produzidos nos encontros e entrevista semiestruturada com os participantes das atividades.

A dissertação é constituída por quatro capítulos, além da introdução e das considerações finais, assim identificados: capítulo um, destinado a apresentar o conceito de metacognição e sua utilização como subsídio teórico para o processo de autonomia e potencialidade na aprendizagem; capítulo dois, construído de forma a discorrer sobre a resolução de problemas no ensino de Física pelo viés de trabalhos publicados em periódicos nacionais; capítulo três, apresentando as quatro propostas didáticas de resolução de problemas pautados em estratégias metacognitivas, a descrição e a análise da aplicação dessas propostas e entrevista realizadas com os estudantes; e, capítulo quatro destinado a descrever e analisar a implementação das quatro propostas didáticas em um curso de formação inicial de professores de Física.

Ao final, a título de considerações finais, são discutidas as implicações do presente estudo para sua efetivação no contexto escolar e apontadas novas perspectivas de estudo envolvendo o uso de estratégias metacognitivas associadas ao ensino de Física.

## 1 METACOGNIÇÃO E OS PROCESSOS EDUCATIVOS

O presente capítulo busca elucidar os construtos teóricos referentes à metacognição, partindo do entendimento acerca do seu termo e suas componentes, o conhecimento do conhecimento e o controle executivo e autorregulador, bem como dos elementos que integram tais componentes. O texto também aborda considerações referentes à metacognição como estratégia de aprendizagem e suas relações com a prática docente.

### 1.1 Cognição e metacognição

Para compreender o significado de metacognição, primeiro pode-se analisar o uso do prefixo meta, cuja origem é grega e significa “o que acompanha”, “o que vem após” e “o que está além de”. Portanto, metacognição, nessa linha, estaria vinculada ao que acompanha, ao que é posterior ou está além da cognição (GONZÁLEZ, 1996). E, para compreender o que está além da cognição, é necessário entender o que é cognição. Entretanto, buscar uma definição que possa expressar a amplitude e a dimensão dos elementos que estão envolvidos na cognição humana é tarefa um tanto complexa e determinística. Como lembram Flavell, Miller e Miller (1999), trazer uma definição é fazer com que signifique algo bem determinado e que se mantenha fiel a isso, algo impossível de encontrar na literatura, uma vez que cada autor considera aspectos distintos para proceder à sua conceituação de cognição.

Flavell, Miller e Miller mencionam, contudo, a importância de comunicar “algumas ideias e imagens a respeito da natureza da cognição, mas não é nem possível nem desejável defini-la e limitar seu entendimento de maneira precisa e inflexível” (1999, p. 9). Para isso, os autores se reportam à cognição como algo restrito:

[...] aos processos e produtos mais chamativos e inequivocamente ‘inteligentes’ da mente humana. Essa imagem inclui entidades psicológicas do tipo definido como processos mentais superiores tais como o conhecimento, a consciência, a inteligência, o pensamento, a imaginação, a criatividade, a geração de planos e estratégias, o raciocínio, as inferências, a solução de problemas, a conceitualização, a classificação e, talvez a fantasia e os sonhos (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999, p. 9).

Seguem os autores mencionando que ainda que muitas dessas atividades também façam parte do repertório psicológico de outros animais, “elas definitivamente evocam a mente humana” (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999, p. 9).

A partir desse entendimento sobre cognição ou sobre quais elementos a constituem, busca-se a compreensão sobre o que a literatura aponta como aquilo que está além disso, ou seja, a metacognição. Mesmo que ela possa ser compreendida etimologicamente como “algo que vá para além da cognição”, é preciso estabelecer as características e os entornos desse construto para, a partir dele, operar em situações de aprendizagem.

Entretanto, a exemplo do conceito de cognição, o de metacognição também se revela divergente e ambíguo na literatura. Na busca por uma definição, percebe-se essas variações que, no entender de Rosa (2011), decorrem dos diferentes campos que têm se valido desse conceito. Entretanto, a autora chama a atenção para a existência de um núcleo comum coeso em torno do qual giram as diferentes definições dadas ao termo metacognição. Esse núcleo corresponde ao definido a partir de 1971 pelo psicólogo americano John Hurley Flavell, considerado o pioneiro nos trabalhos em metacognição. Sua definição inicial, ainda que venha sendo modificada ao longo de seus estudos, tem servido de orientação para diversos pesquisadores nos mais diferentes estudos vinculados à metacognição. É dela que o presente estudo se serve, buscando complementações em estudos da área de Educação em Ciências.

A divergência na literatura especializada, mesmo que os estudos sejam centrados em um entendimento comum, leva à necessidade de apresentar a opção do estudo como forma de situar o leitor no viés pelo qual as discussões que seguem se assentam. Dessa forma, a opção do estudo é por adotar a definição de Flavell (1976, 1979) e suas ampliações por Flavell e Wellman (1977) e Brown (1987), bem como a aproximação com a educação científica feita por Otero e Campanario (2000) e Rosa (2011; 2014).

Flavell, segundo Rosa (2011), adota o termo metacognição para designar o conhecimento sobre o próprio conhecimento, ou seja, a tomada de consciência sobre a própria cognição, o que mais tarde designou por conhecimento metacognitivo. Continua a autora mencionando que foi com o desenvolvimento de novos estudos que Flavell e seus colaboradores passaram a destacar que os seres humanos são capazes de analisar os processos que utilizaram para conhecer, aprender e resolver situações problema, portanto, são capazes de se autorregular. A partir dessa compreensão, Flavell passa a entender que a metacognição abrange mais um aspecto, o controle executivo e autorregulador, ampliando, assim, a definição de metacognição inicialmente focada na identificação dos sujeitos sobre seus próprios conhecimentos.

Portanto, para Flavell, e, posteriormente, para Rosa (2011), a metacognição envolve dois aspectos: o conhecimento dos próprios conhecimentos (conhecimentos metacognitivos) e

o controle executivo e autorregulador exercido sobre o próprio pensamento (habilidades metacognitivas).

Dessa forma, os conhecimentos metacognitivos referem-se às convicções e aos conhecimentos relacionados à cognição e que são adquiridos pelo sujeito através das experiências metacognitivas (envolvem questões afetivas). Sobre isso, Lafortune e Saint-Pierre mencionam que “[...] os conhecimentos metacognitivos, deduzidos das experiências metacognitivas, são relativamente estáveis, verbalizáveis e podem ser errados. Poderia dizer-se que eles constituem o aspecto declarativo da metacognição” (1996, p. 22). Em outras palavras, pode-se dizer que eles decorrem das experiências conscientes, cognitivas e afetivas.

De acordo com Rosa (2014), o conhecimento metacognitivo resulta da experiência metacognitiva dos sujeitos e afeta diretamente o rendimento da aprendizagem. Reportando-se a Flavell, 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” (ROSA, 2014, p. 21).

O conhecimento relacionado à categoria pessoa subdivide-se em três grupos: intraindividual, interindividual e universais. O conhecimento intraindividual refere-se às convicções e aos mitos que o sujeito tem sobre sua própria cognição, por exemplo, a ideia de que precisa anotar todos os passos na resolução de uma situação problema, ou ler um texto e ir anotando as principais ideias para poder compreendê-lo. O interindividual relaciona-se com as comparações que os indivíduos fazem sobre si mesmos, como por exemplo, “ele é melhor em tarefas teóricas”, “eu sou melhor resolvendo problemas que envolvem matemática”. Por fim, os universais são conhecimentos relacionados ao que se sabe sobre a cognição humana, como saber que a memória de curto prazo é limitada a um pequeno intervalo de tempo (ROSA, 2014).

A variável tarefa relaciona-se à extensão, à abrangência de suas solicitações e ao nível de exigência, bem como a características que a definem como mais fácil ou mais difícil e também à estrutura do material envolvido.

No processo de ensino-aprendizagem, ao deparar-se com uma tarefa, o estudante recorre aos seus pensamentos, verificando o grau de dificuldade implicado, podendo sentir-se incapaz de realizá-la ou desmotivado para tal; ou, ao contrário, constatar que já realizou algo semelhante ou reconhecer os conhecimentos envolvidos, sentido-se capaz e motivado para a tarefa. Todo esse movimento é um pensar metacognitivo, que poderá leva-lo a lograr êxito na tarefa (ROSA, 2014, p. 27).

Por fim, o conhecimento metacognitivo relacionado à variável estratégias refere-se à capacidade do estudante em reconhecê-las para cada tipo de objetivo, envolvendo seu conhecimento sobre as estratégias disponíveis e como usá-las de acordo com a sua finalidade.

De fato, não basta ter e utilizar as estratégias. É importante ter conhecimento da sua natureza e utilidade, isto é, ter conhecimento da sua especificidade e eficácia. Em suma, saber adequar as estratégias em função das tarefas e dos seus objetivos (COUCEIRO FIGUEIRA, 2003, p. 4).

Portanto, a integração dessas variáveis resulta no conhecimento do conhecimento e os indivíduos devem utilizá-lo em todas as 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 deve 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 (LAFORTUNE; SAINT-PIERRE, 1996). Tal dimensão consiste na capacidade do sujeito para refletir e agir sobre sua cognição. Ann Brown (1978 apud ROSA, 2011) detalha o apresentado por Flavell em relação a esse aspecto da metacognição, especificando que ele abrange a capacidade do sujeito para planejar, 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. Nesse momento, o sujeito deve analisar quais são as possibilidades de êxito em sua realização, o tempo estimado e quais são as etapas recorrentes dessa atividade.

O planejamento inicial é relativamente completo, hierárquico e sujeito a refinamentos em seus níveis mais baixos. Entretanto, em qualquer ponto do planejamento, as decisões do sujeito oferecem oportunidades para o desenvolvimento do plano, consistindo em ações independentes e decorrentes de decisões influenciadas pelo conhecimento do sujeito. A decisão tomada por ele durante a planificação das ações permite-lhe interagir com os dados disponíveis, podendo influenciar ou ser influenciado por estes (ROSA, 2014, p. 38).

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,

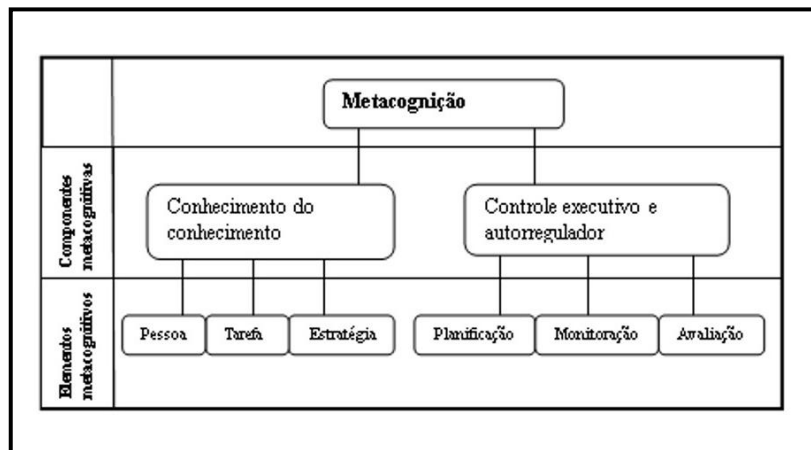


pois oportuniza analisar as decisões tomadas e avaliar se são pertinentes em relação ao seu propósito.

O processo autorregulador da avaliação 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. Um exemplo da capacidade de avaliar é durante as resoluções de problemas, se o enunciado está solicitando o valor referente à grandeza tempo, o indivíduo que achar o resultado em Newtons (N), por exemplo, retomando e analisando a proposta, será capaz de perceber que seu resultado não é coerente, portanto, terá que reelaborar suas estratégias.

Em síntese, a metacognição é entendida a partir das duas categorias mencionadas e dos seis elementos, conforme visualizado no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Componentes e elementos metacognitivos



Fonte: Rosa (2011, p. 58).

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

[...] é preciso entender que a metacognição exerce função essencial na aprendizagem, oferecendo aos estudantes diferentes possibilidades de aprendizagem e um autorreconhecimento 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 (2013, p. 18).

Todo o processo relacionado à metacognição se manifesta no processo de ensino e de aprendizagem e o faz por meio das estratégias de aprendizagem (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, conforme discute-se na continuidade.

## **1.2 Metacognição como estratégia de aprendizagem**

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 devem 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 em que se ensinam conteúdos específicos das disciplinas.

As estratégias de aprendizagem consistem em “ações e processos dirigidos para adquirir informações ou competências que envolvem atividade, propósito e percepções de instrumentalidade por parte dos alunos” (ZIMMERMAN, 1989, p. 329). Monereo e Castelló (1997), representam a tomada de decisões conscientes e intencionais para um objetivo de aprendizagem específico, empregando os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais que julgar necessário.

Couceiro Figueira aborda mais detalhadamente esses processos dirigidos como “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” (2006, p. 7). Por meio dessas definições, podemos perceber que as estratégias de aprendizagem vão ao encontro tanto da cognição quanto da metacognição.

De forma geral, evidenciando esse caráter cognitivo e metacognitivo, Rosa 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” (2014, p. 86). Porém, segundo Flavell, Miller e Miller (1999), as estratégias cognitivas e metacognitivas diferenciam-se por apresentarem distinções 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 função 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 relacionam-se ao aspecto cognitivo, percebemos situações como: destaque de palavras-chave, retirada dos dados matemáticos 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 situação Física abordada na situação, quando busca retomar suas experiências com uma atividade semelhante ou o modo como o professor resolveu esse tipo de questão.

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” (ROSA, 2014, p. 87-88). Pesquisas relacionam estratégias de aprendizagem com o uso da metacognição (destacam-se as referentes à leitura e à interpretação de texto e à resolução de problemas), segundo Rosa e Pinho-Alves, “como um elemento favorecedor de uma aprendizagem autônoma e autogerenciada, como na forma de superação de possíveis dificuldades de aprendizagem (baixo rendimento escolar)” (2009, p. 1129).

De acordo com Pozo (1990), estar consciente sobre seus processos psicológicos (ativação do pensamento metacognitivo) auxilia o planejamento de suas estratégias de aprendizagem de forma mais eficaz, de modo a facilitar a aquisição e o armazenamento das informações através da integração das sequências de procedimentos e atividades cognitivas.

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 ao dos 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 estará acionando 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” (DAVIS; NUNES; NUNES, 2005, p. 212).

Como sugestão para o ensino de estratégias de aprendizagem e empregado nas propostas apresentadas nesse trabalho, Monereo, Pozo e Castelló sugerem métodos de ensino que enfatizam a tomada de decisões de forma consciente. Portanto, sugerem o uso de uma estratégia que enfatize cada uma das fases de planejamento, regulação e avaliação “a fim de modelar o processo e obter a transferência para os alunos” (2001, p. 218).

Com base no exposto, pode-se afirmar que as estratégias metacognitivas de aprendizagem são fundamentais para que os estudantes possam aprender e também desenvolver sua autonomia. As estratégias metacognitivas estão intrinsicamente relacionadas às de dimensão cognitivas e os conhecimentos prévios dos sujeitos e podem se desenvolver em distintas possibilidades dentro do ensino, no entanto, sempre orientadas em ações que promovam a autorregulação. Portanto, as estratégias de aprendizagem metacognitivas propostas nesse trabalho seguem essa linha de pensamento, com ênfase na resolução de problemas no ensino de Física.

### 1.3 Metacognição e a prática docente

O professor tem o papel fundamental de guiar os alunos e possibilitar que desenvolvam habilidades e competências que vão além do conhecimento específico. E com a metacognição não é diferente – o professor pode favorecer a evocação do pensamento metacognitivo no decorrer de sua prática docente.

Chi e seus colaboradores (1989) ressaltam a importância de recorrer ao pensamento metacognitivo de forma explícita e, além disso, todas as instruções devem ser claras para que o aluno saiba quando e como utilizá-las de modo a dar condições para a evocação desse tipo de pensamento. Portanto, o desenvolvimento de alternativas didáticas para auxiliar os professores em suas ações didáticas mostra-se essencial.

Nesse processo, destaca-se o papel do professor, que deve atuar como um mediador, estabelecendo os meios que favorecerão a evocação desse pensamento. Nesse caso, as estratégias de aprendizagem passam a ser de ensino, pois serão incorporadas ao processo didático do professor, que recorre a um ensino estratégico metacognitivo com o objetivo de que seus estudantes ativem, em suas estruturas mentais, o pensamento metacognitivo, promovendo meios para o uso de estratégias dessa natureza (ROSA; ROSA, 2016, p. 3).

Monereo e Castelló (1997) ressaltam a necessidade de o corpo docente abordar a importância da metacognição para aprendizagem de modo que a evocação do pensamento metacognitivo faça parte da rotina dos estudantes. Os autores chamam a atenção para três fatores que devem fazer parte das ações didáticas para alcançar esse objetivo: a planificação e regulação consciente das aulas; a escolha de conteúdos curriculares; e a definição de procedimentos que se adequem melhor à realidade e às características dos estudantes de acordo com os objetivos almejados. Desse modo, o professor vai além dos conteúdos específicos e leva em consideração como o aluno está construindo seus conhecimentos.

O segundo ponto chamado atenção por Monereo e Castelló (1997) é o de que, ao planejar suas ações em sala de aula, o professor deve identificar conteúdos mais significativos e quais as dificuldades os seus alunos poderão apresentar. Dessa forma, o professor pode antecipar e desenvolver alternativas, evidenciando que o planejamento, a estratégia e a tarefa fazem parte também da preparação de suas aulas.

O último fator abordado por Monereo e Castelló (1997) é entender como exercem uma função de modelo para seus alunos, em aspectos que vão além da relação entre os conteúdos e a metodologia que ensinam, mas que se relacionam, e, de igual forma, são

relevantes para o processo de aprendizagem, como motivação, habilidades de comunicação e confiança.

De forma minuciosa, no decorrer de seus estudos, Monereo (2001) chama atenção para alguns pontos específicos que o professor deve levar em consideração em suas ações:

- ao ensinar uma estratégia, deixar claro seu sentido, sua utilidade e seu valor, bem como a necessidade de, ao se deparar com uma tarefa complexa, recorrer a planificação, regulação e autoavaliação;
- durante a utilização de estratégias, mostrar que os procedimentos podem ser aplicados a atividades distintas e também de diferentes disciplinas;
- insistir no uso de estratégias durante as atividades em diferentes situações de aprendizagem em que o estudante toma consciência sobre a sua importância;
- transferir gradualmente a responsabilidade do controle da aprendizagem aos estudantes e não mais centrada apenas no professor;
- aumentar o nível da demanda cognitiva de forma progressiva ao propor situações-problema;
- possibilitar aos estudantes compartilhar e discutir as estratégias utilizadas durante a resolução de problemas, de modo a avaliar a metodologia e os procedimentos que usou;
- avaliar de forma explícita quando os estudantes planejam e regulam seu desempenho.

As ações ressaltadas por Monereo (2001) são consideradas essenciais para estabelecer um ensino que promova uma aprendizagem autônoma. Por isso, o papel do professor para a evocação do pensamento metacognitivo é indispensável, pois muitos estudantes não têm ações metacognitivas espontaneamente e dependem de uma influência externa para desenvolvê-lo. Portanto:

[...] nesse processo, o professor torna-se um indicador, alguém que traz para a sala de aula as possibilidades, que orienta, mas que não toma a decisão pelo estudante; alguém que oferta opções e se mostra arquiteto de um processo estruturado e gerenciado por todos e cada um frente às suas possibilidades e necessidades. Os caminhos a serem escolhidos devem ser opções individuais, avaliados, portanto, de acordo com as limitações pessoais, o que somente poderá ser feito mediante a tomada de consciência de cada sujeito sobre o que ele sabe, o que ele precisa para saber e o quanto sabe acerca do assunto. Isso colocará à sua disposição um repertório de ações estratégicas mais seguras e que, bem empregadas, lhe trarão benefícios (ROSA; DARROZ; ROSA, 2014, p. 17).

Nesse sentido, para que tenham êxito, se faz necessário que os professores possuam conhecimentos de metacognição associados ao conhecimento pedagógico. Desse modo, o

ideal seria que cursos de formação docente, tanto inicial como continuada, abordassem os temas referentes à metacognição em seu currículo, contudo, apesar de a pesquisa acadêmica demonstrar a importância do pensamento metacognitivo para a aprendizagem, ela ainda não se reflete no conhecimento dos professores e sua formação.

## 2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA

O presente capítulo busca elucidar aspectos referentes à resolução de problemas, como sua definição (diferença entre um problema e um exercício) e suas classificações. Contudo, o foco deste capítulo é descrever a resolução de problemas do tipo *lápiz e papel* e de que modo ela pode ser potencializada pelo uso de estratégia de aprendizagem metacognitiva. O capítulo também conta com uma revisão de literatura referente à resolução de problemas e à evocação do pensamento metacognitivo.

### 2.1 Aspectos norteadores

Geralmente, pode-se observar nas aulas de ciências exatas, em especial as de Física, que, logo após detalhadas exposições teóricas sobre o conteúdo, a estratégia associada como consolidadora da aprendizagem é a externalização daquilo que o aluno supostamente aprendeu, o que acontece através de procedimentos denominados de “problemas ou exercícios”. Mas qual a diferença entre resolver um problema e resolver um exercício?

Para Peduzzi (1997), trabalhar a resolução de um problema envolve maior reflexão, busca envolvimento, de modo a traçar seus limites e compreender como os conhecimentos dos quais se dispõe podem ser utilizados para solucioná-lo. Já o exercício possui uma dinâmica mais automatizada, sendo um desafio já conhecido, assim como os limites de sua resolução. Sendo assim, é correto afirmar que um problema, após ser solucionado, por serem conhecidos seus limites a sua dinâmica, pode vir a se constituir um exercício para aquele solucionador. Segundo o autor, a resolução de problemas deve levar o aluno a situações não antes conhecidas, nem no exemplo nem na forma de resolvê-lo.

Dentro do ensino de Física, a resolução de problemas possui majoritariamente um caráter “fechado”, o que significa que ele apresenta todos dados e/ou caminhos necessários para chegar à sua resolução, fato que prioriza a face quantitativa dessa estratégia, pois desse modo se tornam repetitivos, fazendo com que o aluno apenas memorize informações, sem recorrer à reflexão sobre a situação proposta.

Segundo Costa e Moreira (1997), na resolução fechada de problemas, não se faz necessário um conhecimento profundo da teoria, bastando suas fórmulas e o conhecimento sobre onde colocá-las. Essa estratégia tem como consequência longas listas de resolução e, ao mesmo tempo, uma interação demasiadamente pequena com a teoria.



De encontro com a referida estratégia de resolução, os problemas abertos apresentam o outro lado dessa dicotomia. A fim de valorizar o conceito físico, esses problemas trazem um questionamento aberto, com maior amplitude de abordagem, seja de teoria, de suas hipóteses, e de caminhos para resolução. Caracterizam-se, além da amplitude, por apresentar em todos os casos uma contextualização, por não possuírem dados literais e por serem próximos do cotidiano do aluno, reforçando o viés problematizador que os conteúdos de Física têm de potencial.

Trabalhar dessa forma estimula o reforço ao diálogo dentro da sala de aula, seja entre alunos ou com o professor, o qual assume um papel de mediação, possibilitando uma real oportunidade de o aluno atuar como protagonista, sendo fundamental que o problema abordado seja adequado à realidade de onde estará inserido. Com base nas reflexões teóricas sobre tais estratégias, imagina-se que aplicá-las seja tarefa de grande facilidade, tendo em vista a polarização definida das duas formas de abordar os problemas. Porém, segundo Peduzzi, ao tentar concretizar essa prática em sala de aula, alguns equívocos geralmente acontecem:

O que se verifica é que o professor, ao exemplificar a resolução de problemas, promove uma resolução linear, explicando a situação em questão como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas. Ou seja, ele trata os problemas ilustrativos como exercícios de aplicação da teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno (1997, p. 230).

Segundo Clement et al. (2003), desse modo, os alunos não aprendem efetivamente como resolver problemas, priorizando a memorização das soluções, esperando que essas apareçam novamente em situações futuras, a fim de que já se conheça os limites e os caminhos para efetuar sua resolução, reforçando o caráter de “exercício de aplicação”, resquício do ensino conteudista ainda notado como predominante nas escolas.

Quanto à resolução de problemas, isso pode acontecer devido à interpretação do professor, em que concebe a estratégia como simples aplicação do conhecimento teórico, não considerando um caráter integrante da retenção do conhecimento físico. De acordo com Sousa e Fávero (2002), isso leva a considerar a resolução de problemas como evidência de uma aprendizagem efetiva, o que é equivocado, pois o ensino deveria envolver tanto a teoria, quanto o laboratório e, também, a habilidade de resolver problemas.

As autoras ainda afirmam que as dificuldades do estudante na transferência do que aprendeu a novas situações são muito grandes. Devemos considerar que, na resolução de problemas, fatores como ansiedade, frustrações, expectativas e concepções alternativas influenciam na forma com que o aluno interage com o conhecimento posto à prova, pois o ato

de buscar solução a um problema não envolve somente a retenção de conhecimentos, mas também fatores positivos facilitadores desse processo, como a criatividade, a intuição, a motivação, etc, justificando a diferença de desempenhos entre alunos de uma mesma turma, fruto dessa diferenciação de realidades individuais.

É claro que condições apropriadas podem influenciar significativamente para que os objetivos sejam alcançados, conforme mencionado por Peduzzi:

Contudo, o que sem dúvida permite o acesso consciente e responsável do indivíduo em tarefas de resolução de problemas é o conhecimento específico que possui na área de abrangência do mesmo e de como este conhecimento se encontra organizado e disponível em sua estrutura cognitiva (1997, p. 234).

O autor ainda critica o fato de que, muitas vezes, abordar a resolução de problemas com as discussões necessárias dentro da sala de aula não vem a ser uma prioridade dos professores, sendo uma atitude paradoxal, pois “este mesmo professor elege a eficiência na resolução de problemas como condição necessária e suficiente para a aprovação de seu aluno” (PEDUZZI, 1997, p. 235).

Podemos considerar o professor como mediador desse processo, mas não se pode deixar de lembrar também que os materiais de apoio, como livros didáticos, por exemplo, também podem e deveriam atuar na mediação, a fim de possibilitar situações em que desafios pudessem ser discutidos dentro dos conteúdos abordados no decorrer do plano de trabalho anual da disciplina.

Ao passo que se considera o conhecimento como imprescindível para uma efetiva resolução de problemas, acredita-se ser errônea a ideia de que o aluno só deva iniciar tarefas de resolução de problemas após apresentar compreensões satisfatórias de tal conteúdo, pois tal concepção reafirma o caráter da resolução de problemas como simples exercícios de aplicação dos conteúdos e desconsidera que, durante o processo de investigação para se solucionar uma situação, também há aprendizado.

A resolução de problemas é uma tarefa que privilegia a aprendizagem, em que se produz conhecimento e associa os novos a diferentes situações, é uma atividade que gera um mecanismo em que o estudante combina informações teóricas com procedimentos, como cálculos aritméticos e algébricos, interpretação de gráficos, projeção de hipóteses e também com a motivação relacionada à atividade (HINOJOSA; SANMARTÍ, 2016, p. 8).

Na didática das ciências, a resolução de problemas é uma área bastante explorada. As investigações perpassam pela resolução de acordo com a metodologia científica, a

contextualização de situações relacionadas à ciência com problematização de situações reais, análise das diferenças entre alunos experts e novatos.

No ensino de Física, Fávero e Sousa (2001) apresentam uma extensa análise bibliográfica das produções da área. Além dos estudos de Peduzzi (1997), outros autores vêm se dedicando a discorrer sobre o assunto e sugerem passos e discussões para se abordar essa estratégia em aulas (COSTA; MOREIRA, 1997; SOUSA; FÁVERO, 2003; CLEMENT et al., 2003; SOUZA et al., 2008). Clement et al. (2003) sugerem que, em sala de aula, o professor utilize a resolução de problemas denominada de “Lápis e papel”, uma vez que ela se mostra adequada à realidade da escola (estrutura, organização, tempo, materiais) e também, se bem conduzida, pode oportunizar momentos de reflexão individual e também em grupo, além da sua facilidade de aplicação.

Essa modalidade – do tipo *lápis e papel* – foi a selecionada para o presente estudo considerando o mencionado pelos autores supracitados e representa uma das modalidades mais presentes no ensino de Física na atualidade. Esse tipo de resolução de problemas envolve exercícios textuais de solução algébrica, que é utilizada habitualmente de “forma repetitiva e com caráter de reprodução” (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012, p. 113). Contudo, esse tipo de atividade associada à evocação do pensamento metacognitivo pode trazer elementos desafiadores de modo a instigar a reflexão dos estudantes diante da situação-problema. O aluno poderá ativar seus conhecimentos prévios, perceber quais conhecimentos precisa para concluir a atividade, elaborar hipóteses e usar diferentes tipos de estratégias durante essa resolução.

Nesse sentido, a ideia é criar possibilidades para os professores sem que esses profissionais deixem de usar uma de suas estratégias didáticas mais tradicionais no ensino de Física, mas, sim, de modo que cumpram-na de uma forma diferenciada. Ao invés de usar dado recurso como objetivo para a verificação da aprendizagem teórica, usá-lo como uma estratégia de aprendizagem, portanto, como afirma Peduzzi (1997), tanto o professor quanto o aluno tem o que aprender em relação à resolução de problemas.

## **2.2 Metacognição e resolução de problemas**

Estudos envolvendo a resolução de problemas apontam que sua associação com a evocação do pensamento metacognitivo tem sido promissora, oportunizando que os alunos não apenas apliquem as fórmulas discutidas em aula, mas se ocupem em entender o que estão fazendo (CHI et al., 1989; REIF; LARKIN, 1991).

Nesse contexto e imbuído do desejo de propor alternativas para que os estudantes aprendam a recorrer a essa forma de pensamento durante a resolução de problemas, especificamente as do tipo *lápiz e papel*, a presente seção se ocupa em analisar pesquisas que vêm discorrendo sobre o assunto. Para tanto, foi realizada uma busca nos periódicos nacionais para identificar pesquisas que discutem essa associação. O critério de busca foi o estrato A1 da Área de Ensino do sistema Qualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes) no período compreendido entre 2007-2016. Tal critério resultou em cinco estudos referentes a essa associação.

No artigo *Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física* (HINOJOSA; SANMARTÍ, 2016), as autoras afirmam que a metacognição integra estratégias que permitem aos estudantes compreender e controlar os seus processos cognitivos, de modo que cada pessoa tem um desenvolvimento distinto que é construído progressivamente e de modo autônomo, a partir dos estímulos externos. A questão central do estudo é voltada a “como desenvolver um sistema de aprendizagem que permita aprender a aprender, ou seja, se autorregular?”. Portanto, as autoras desenvolveram uma base de orientação (guia) com o objetivo de obter uma melhora no processo de resolução de problemas e aplicaram a proposta com alunos de 16 a 17 anos.

As autoras buscam redefinir o papel dos professores na resolução dos problemas propostos, não como o detentor das respostas, mas como um orientador em busca da aprendizagem. A base de orientação inicia propondo a reflexão dos alunos sobre importância em dedicar tempo à antecipação da tarefa e do seu planejamento, após a identificação da estratégia que o estudante irá utilizar, elaboração de hipóteses e, por fim, uma autoavaliação.

A resolução realizada pelos estudantes é digitalizada e analisada em um fórum virtual da turma, no qual os estudantes podem fazer sugestões de melhorias nas estratégias escolhidas, utilizando a base de orientação como referência. Hinojosa e Sanmartí (2016) também desenvolveram um guia de autoavaliação para identificação de possíveis problemas e possibilidades de melhorar suas estratégias e o professor revisa diariamente os resultados para poder ajudar os estudantes no exercício metacognitivo.

A proposta das autoras evidenciou resultados positivos em que 33 de 37 estudantes melhoraram após implementada a nova metodologia. A análise realizada através de uma curva de Gauss demonstra que os alunos aprenderam a regular-se, comparando com os resultados de turmas anteriores. Os estudantes compreenderam melhor o processo de resolução de problemas, com maior autonomia, e, também, ao avaliar a metodologia, notaram a melhora e a adotaram como definitiva.

No trabalho intitulado *El conocimiento físico intuitivo, la resolución de problemas em Física y el lugar de las ecuaciones matemáticas* (BUTELER; COLEONI, 2012), é questionado como as equações matemáticas podem contribuir para o processo de modificação na intuição Física durante a resolução de problemas. Na fundamentação teórica, os autores não falam abertamente em metacognição, mas abordam o resgate dos conhecimentos prévios dos estudantes e a diferenciação entre os *experts* e os novatos, de acordo com a capacidade de realizar esquemas de resolução e a competência para regular quais estratégias devem ser utilizadas em cada situação.

O estudo foi realizado com estudantes universitários de Física, de modo exploratório e baseado em análise de casos, em que pares de estudantes realizaram sessões de uma hora e meia cada, resolvendo uma série de problemas, e o entrevistador entrevistava, realizando perguntas e gerando conflitos cognitivos. Dessa forma, possibilitou instigar os alunos a repensarem suas estratégias de acordo com os resultados. Os autores constataram que as equações têm a capacidade de modificar intuições Físicas, por meio da geração de hipóteses e avaliação do resultado obtido matematicamente confrontado com a realidade.

O terceiro trabalho trata-se de um *TLS (teaching-learning sequence) para produzir estratégias metacognitivas sobre modelo cinemático num contexto de ensino cooperativo* (MONTECINOS, 2015). O contexto adotado de ensino cooperativo buscou uma interdependência positiva entre os estudantes, responsabilidades individuais e do grupo e a promoção das habilidades de trabalho em grupo.

A autora refere-se ao conceito de metacognição como habilidades adquiridas que permitem o acompanhamento, a orientação, a direção, o controle da aprendizagem e a resolução de problemas e que surgem em atividades específicas realizadas pelos estudantes. Motecinos (2015) ainda chama atenção para pontos específicos das atividades em que o pensamento metacognitivo emerge: no início da execução, na preparação e no planejamento; durante a tarefa (guia e controle); e no fim da tarefa (avaliação, interpretação e aprendizagem).

A proposta da autora é o TLS, ou seja, uma sequência de ensino-aprendizagem. Consiste em um guia que ativa as habilidades metacognitivas e a avaliação de erros durante tarefas de modelos cinemáticos. A sequência foi estruturada segundo os quatro estágios de Kolb (MONTECINOS, 2015), os quais consistem em: ter uma experiência concreta, de modo a ativar os conhecimentos prévios e gerar dúvidas para discussão; fazer uma observação reflexiva, com o propósito de que os alunos sejam instigados a fazer anotações quanto ao desenvolvimento das tarefas; proceder a uma conceituação abstrata, na qual o estudante possa

adquirir conhecimento e habilidades a partir de sua experiência, pois são convidados a verificar e a corrigir suas tarefas anteriores de acordo com o método proposto; aplicar os novos conhecimentos em uma nova situação.

A proposta foi aplicada em uma turma de 2º ano do curso de Engenharia. A coleta de dados se deu a partir da realização de um pré e pós-teste e a análise foi tanto qualitativa como quantitativa. Para a análise quantitativa, foi utilizado um teste com escala de Likert sobre as crenças e ideias dos estudantes sobre sua experiência com TLS. Os grupos foram separados em três estudantes cada, conforme suas habilidades individuais, com um instrutor a cada 10 grupos. O resultado da aplicação dessa sequência de ensino-aprendizagem foi avaliado como viável para o ensino de Física, pois o resultado do pós-teste mostra que o TLS é possível no contexto aplicado. A autora ainda ressalta que os estudantes também realizaram uma avaliação positiva da metodologia desenvolvida.

O estudo intitulado *Recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física* (COLEONI; BUTELER, 2016) explana o conceito de metacognição como o pensamento sobre o próprio pensamento, o conhecimento sobre a própria habilidade metacognitiva e seu controle. Coleoni e Buteler ressaltam aspectos referentes à resolução de problemas correlacionados à metacognição como: um melhor desempenho na resolução de problema em virtude do desenvolvimento das habilidades metacognitivas; o ensino de condutas metacognitivas tem resultados positivos no desempenho cognitivo dos estudantes; a ativação de recursos epistêmicos de compreensão e confusão, que são determinantes na hora do sujeito definir suas ações frente a uma tarefa.

O objetivo do estudo foi caracterizar algumas estratégias metacognitivas utilizadas pelos estudantes divididos em pares, de um curso introdutório de Física com intervenções de um entrevistador, na resolução de problemas referentes ao magnetismo. O estudo é de caráter exploratório, com registros de áudio, e é realizada uma análise qualitativa dos resultados. Como resultados, Coleoni e Buteler (2016) constataram que a resolução em pares é um contexto que favorece a atividade metacognitiva, pois estimula a evocação de conflitos de suas próprias ideias com as provenientes de uma autoridade (livro, docente, entrevistador) bem como as ideias do colega e também a verbalização acerca de seus processos de resolução. O estudo também sugere a superação da imitação (de um aluno novato em relação a um *expert*) e propõe conhecer os recursos metacognitivos que os alunos novatos também possuem e explorá-los em diferentes contextos.

O quinto artigo selecionado denomina-se *Una estrategia metacognitiva y de autorregulación em la resolución de problemas em Física* (VARGAS; CUDMANI, 2009).

Nesse estudo, as autoras definem metacognição como a planificação e supervisão dos seus processos de aprendizagem e fundamentam seu estudo nos construtos de Flavell. Também fazem um resgate teórico acerca da avaliação no ensino-aprendizagem que vai de encontro ao pensamento metacognitivo e a capacidade dos estudantes de se autorregular. Ao analisarem a metacognição como facilitadora na resolução de problemas, os autores buscaram utilizar os mesmos recursos já utilizados pelos professores, porém, enfatizando o desenvolvimento de capacidades que favoreçam a metacognição e a autoavaliação.

A proposta consiste, portanto, na utilização de uma estratégia de autoavaliação da aprendizagem com ênfase em processos metacognitivos associada à inclusão de aspectos autorreguladores na aprendizagem, em atividades habitualmente trabalhadas no ensino de Física (resolução de problemas). O público selecionado foi composto por estudantes do ensino médio, que resolveram situações-problemas conceituais e de aplicação das leis da dinâmica. O estudo realizado é de caráter exploratório e os dados analisados por categorias. Vargas e Cudmani (2009) constataram que essa abordagem das resoluções problema favorecem o desenvolvimento de habilidades metacognitivas nos estudantes e também auxilia a identificarem suas dificuldades e superá-las.

Pode-se perceber que os cinco estudos apresentados estão vinculados com pesquisas acadêmicas que buscam valorizar o uso da metacognição em sala de aula, os resultados apontam que o pensamento metacognitivo associado à resolução de problemas é promissor para o desenvolvimento do ensino de Física. Contudo, não se tratam de pesquisas que possam subsidiar a ação do professor de Física, por isso, a partir dos construtos teóricos e das considerações dos estudos apresentados, a busca desse trabalho é proporá proposta de alternativas vinculadas diretamente com a sala de aula e, ao mesmo tempo, a disponibilização, de forma digital de tais estratégias, de modo que os professores possam utilizá-las em sua prática escolar.

### 3 PROPOSTAS DIDÁTICAS DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA

Neste capítulo, são apresentadas a elaboração das propostas didáticas desenvolvidas para o estudo e a forma como elas podem ser aplicadas no contexto educacional. Para tanto, o capítulo foi organizado em seções envolvendo a descrição de cada uma das propostas estruturadas para a presente pesquisa.

#### 3.1 Elaboração das propostas

Para a elaboração das propostas didáticas, tomou-se por referência as discussões anteriores referentes à metacognição, agregando-se a elas discussões sobre o uso de estratégias de aprendizagem. Somando-se a isso, foram consideradas as reflexões sobre o uso da resolução de problemas no ensino de Física, especificamente os problemas do tipo *lápiz e papel*, denominados no estudo de “situação-problema”.

Nesse sentido e retomando o objetivo central do estudo – que está associado à elaboração de possibilidades didáticas que favoreçam o uso do pensamento metacognitivo durante a resolução de problemas –, foram elaboradas quatro propostas, cada uma representando alternativas para favorecer o uso do pensamento metacognitivo na resolução de problemas na disciplina de Física.

As quatro propostas didáticas estruturadas foram assim denominadas: uso de prompts orientativos; reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema; explicação da situação-problema ao colega; e resolução de problemas baseada na predição. Tais propostas serão elucidadas na continuidade.

#### 3.2 Proposta 1: uso de prompts orientativo

Os *prompts* são protocolos de perguntas que guiam o aluno durante a execução de uma atividade. Eles são constituídos por perguntas, às quais os alunos devem responder durante a realização dos problemas de Física. Observa-se que os guias são projetados com a finalidade de facilitar a aprendizagem autônoma e que se trata de processos cujo centro é sempre o estudante, ao qual se espera participação ativa no sentido de construir socialmente a sua aprendizagem.

Nunziati (2015 apud HINOJOSA; SANMARTÍ, 2016), afirma que o uso de guias como os *prompts* representa 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, o autor ressalta que cabe aos professores a valorização desses processos e não apenas a análise dos resultados atingidos. Somente desse modo os alunos poderão tomar consciência acerca da importância da reflexão antes do fazer.

A proposta é que o professor construa com os alunos *prompts* e que eles passem a usá-lo como estruturador do seu pensamento e guia na resolução de problemas. Esse, por sua vez, deverá estar estruturado na forma de perguntas associadas a cada um dos elementos vinculados às duas componentes metacognitivas e entendidas como favorecedor da aprendizagem (ROSA, 2014).

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 em relação à tarefa proposta (resolução de problemas em Física). Segundo Figueira (2003), essa componente metacognitiva desenvolve-se através da tomada de consciência do indivíduo sobre suas variáveis pessoais, bem como as relacionadas à tarefa a ser realizada e as estratégias necessárias para isso.

Tais questionamentos em relação ao conhecimento do próprio conhecimento podem ser estruturados pelo professor a partir de perguntas simples como as exemplificadas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Exemplos de perguntas para compor os *prompts*: conhecimento do conhecimento

Conhecimento do conhecimento	Pessoa	O que eu conheço sobre o assunto desse problema? Qual conhecimento pode ser relacionado com essa atividade? O conhecimento que eu tenho disponível é o necessário para resolver esse problema? Se não, quais conhecimentos poderiam contribuir para o desenvolvimento dessa atividade?
	Tarefa	Já realizei alguma atividade semelhante a essa? Tenho dificuldades em resolver situações problema desse tipo?
	Estratégia	Compreendo quais as etapas iniciais da resolução do problema? Conheço estratégias que podem ser utilizadas na realização dessa atividade? Conseguo identificar uma estratégia mais adequada para resolver o problema?

Fonte: Autora (2016).

Tais perguntas poderão nortear os estudantes de modo a proporcionar o pensar sobre seus recursos cognitivos para a resolução do problema proposto e, posteriormente, iniciar o processo de controle executivo e autorregulador necessário à solução do problema apresentado. Esse processo está associado à segunda componente metacognitiva e vincula-se,

no entender de Rosa (2014), ao planejamento, à monitoração e à avaliação das ações em relação ao objetivo proposto (resolução do problema apresentado pelo professor).

Essa segunda componente pode igualmente ser orientada por perguntas como as exemplificadas no Quadro 3:

Quadro 3 - Exemplos de perguntas para compor os prompts: controle executivo e autorregulador

Autorregulação	Planificação	Qual a melhor estratégia para utilizar na resolução desse problema? Qual é o objetivo do problema? Quais as grandezas Físicas envolvidas nesse problema? Quais operações preciso realizar para resolvê-lo? Qual a ordem das minhas ações?
	Monitoração	O desenvolvimento da minha resolução está indo ao encontro do objetivo do problema? Preciso modificar alguma estratégia que estou utilizando?
	Avaliação	O resultado encontrado é coerente com as discussões teóricas realizadas sobre o conteúdo? As unidades de medida estão de acordo com a grandeza requisitada? Outra estratégia teria surtido um resultado melhor que a escolhida? Quais os novos conhecimentos adquiridos a partir desse problema?

Fonte: Autora (2016).

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. A opção desse estudo é composta por *prompts* mais gerais ou que sirvam para classes de problemas, uma vez que a estruturação de um guia específico para um problema não se mostra viável para o tipo de problemas objetos de discussão nesse trabalho. Os problemas do tipo *lápiz e papel* são aqueles que seguem uma estrutura mais ou menos próxima de resolução e, portanto, podem ser guiados por *prompts* mais genéricos, envolvendo perguntas como as exemplificadas nos quadros anteriores.

A proposta é que o professor inicialmente discuta com os alunos a importância e os benefícios para a aprendizagem no uso do pensamento metacognitivo e na sequência discuta a utilização dos *prompts* como possibilidade para a evocação dessa forma de pensamento. A partir disso, o professor poderá construir um guia coletivamente com os alunos ou oportunizar que cada um construa o seu e que o utilize na resolução de problemas. Uma opção é que os alunos construam cartões com o seu *prompt* e tenham eles sempre em mãos, para guiá-los nas tarefas de resolução de problemas.

O uso dessa estratégia poderá guiar os alunos em seus pensamentos frente à busca pela resolução de problemas, e, com a frequência de uso, acredita-se, a evocação desse pensamento

ocorrerá de forma automática, sem a necessidade de guiar-se pelas perguntas. Almeja-se que os estudantes possam ser autônomos em seu processo de utilizar pensamentos associados às duas componentes metacognitivas, o conhecimento do seu próprio conhecimento e a autorregulação.

### **3.3 Proposta 2: reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema**

A proposta aqui é guiar o aluno no sentido de que ele monitore e avalie sua aprendizagem. 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 segunda proposta didática a ser apresentada nesse estudo referente à utilização do pensamento metacognitivo na resolução de problemas em Física dá realce ao componente do controle executivo e autorregulador, como forma do estudante ativar a identificação dos seus próprios conhecimentos.

Dessa forma, propõe-se que, em situações de resolução de problema do tipo *lápiz e papel*, o aluno 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 conhecimentos necessários para a resolução do problema apresentado. 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. Recorrendo a Ausubel (2003), pode-se entender a importância que os conhecimentos prévios exercem na apropriação dos novos. De acordo com

o autor, ancorando-se novas informações nas já disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, o conteúdo terá maior possibilidade de vir a se tornar uma aprendizagem significativa.

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. Em relação a isso, especialmente ao recurso da monitoração, Rosa menciona que ela representa a capacidade de “controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário” (2011, p. 55).

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. Para Rosa, o momento de avaliação “pode servir para entender o processo da execução da atividade, o conhecimento dela decorrente, ou ainda, para identificar possíveis falhas no processo” (2011, p. 40).

A esse respeito, Coleoni et al. afirmam que existem níveis de representação das situações e que 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 (2001, 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 problema proposto. Ao invés de ler superficialmente o

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 proposto, corrigir eventuais erros e analisar se o resultado condiz com o proposto, promovendo assim um pensamento autorregulador.

Dessa forma, a proposta explicitada aqui é centrada na potencialidade de reconstrução da situação-problema e na utilização da representação por meio de desenhos como possibilidade de compreensão e solução do problema apresentado.

A presente proposta foi desenvolvida na forma de estudo piloto junto a duas turmas do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública do município de Passo Fundo, no ano de 2015. Os resultados do referido estudo constituíram um artigo intitulado “Monitoramento e controle metacognitivo na resolução de problemas em Física: análise de um estudo comparativo”, aceito para publicação no periódico *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, com previsão de publicação para 2017 (APÊNDICE A).

Esse artigo teve a finalidade de investigar a atividade de resolução de problemas de *lápiz e papel*, no sentido de favorecer que os alunos tivessem momentos de tomada de consciência sobre seus conhecimentos e exercessem o controle de suas ações. De forma qualitativa, o estudo analisou e comparou duas turmas de ensino médio, uma orientada para o pensamento metacognitivo e a outra não, em relação a situações problema de cinemática. Os resultados apontaram maior eficiência na resolução dos problemas para a turma que recorreu ao uso de estratégia de aprendizagem metacognitiva.

### **3.4 Proposta 3: explicação da situação-problema ao colega**

A proposta seguinte está centrada na possibilidade de os estudantes dialogarem sobre seus conhecimentos e suas estratégias frente aos problemas apresentados. Rosa (2011), em seu estudo, baseada nas considerações de Chi, Glaser e Rees (1982), Larkin (1983) e Souza e Fávero (2002), 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. Tais estudos apontam que os *experts* analisam 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 a substituição das variáveis na expressão matemática, pouco analisando a situação sob o ponto físico.

Nesse sentido, a ideia essencial dessa proposta é que o aluno identificado pelo professor como *expert* interaja com um aluno 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. Dessa forma, promover espaços de trocas e de diálogo entre os colegas no momento em que resolvem problemas em Física 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” (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 364).

O grande potencial de atividades como essa, em que há troca entre colegas, é ancorado no fato de que, conforme Araujo e Mazur, 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” (2013, 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” (ARAÚJO; MAZUR, 2013, 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, de acordo com Rosa, 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” (2011, p. 25).

Nessa etapa, ele irá 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. Para Rosa, “somente quando o sujeito regula ou monitora suas tarefas de cognição é que pode tirar benefícios dos fracassos, deixando de lado as estratégias inadequadas” (2011, p. 54).

Com esse objetivo, a terceira proposta didática para resolução de problemas em Física fica caracterizada pela troca de informações e conhecimentos entre colegas e pela explicitação no modo de pensar.

### **3.5 Proposta 4: resolução de problemas com elaboração de predições**

A quarta proposta didática estruturada para o presente estudo tomou como referência a importância da predição como aspecto estruturante da cognição e ativador do pensamento metacognitivo. O predizer leva à recuperação na memória de conhecimentos que poderão servir de ancoradouro para os novos e subsidiar a aprendizagem.

Nesse contexto, a evocação do pensamento metacognitivo é favorecida na medida em que o aluno, ao mesmo tempo em que busca argumentos para subsidiar as suas hipóteses ou predições sobre a solução de um determinado problema, reconhece seus conhecimentos sobre o assunto e sobre a tarefa a ser realizada, e, também, estrutura mentalmente uma possibilidade de solução.

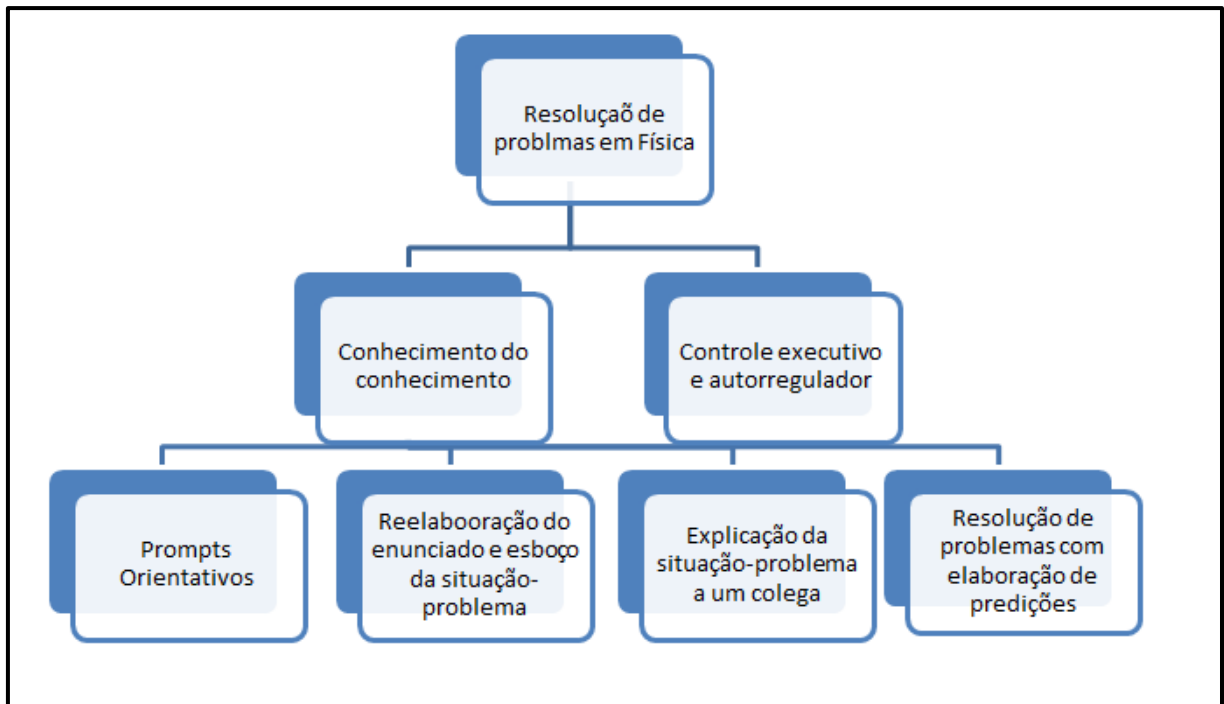
Rosa menciona que a formulação de hipóteses durante a busca pela solução de um problema possibilita ao estudante “mobilizar os conhecimentos já presentes em suas estruturas cognitivas, construindo-os e reconstruindo-os de forma contínua e progressiva. As hipóteses indicam que há “algo” a ser testado, verificado, no transcorrer da atividade” (2011, p. 142).

Frente a essa 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 predição 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 predições iniciais. Caso ele identifique uma discordância, deverá analisar se o erro está na formulação de sua hipótese ou no processo de resolução do problema.

### 3.6 Síntese das propostas

As quatro propostas apresentadas representam alternativas didáticas à escolha do professor e que devem ser utilizadas de acordo com a situação-problema apresentada, bem como de acordo com a identificação da necessidade de aprendizagem. De forma ilustrativa, as quatro propostas estão representadas no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Diagrama ilustrativo das quatro propostas didáticas



Fonte: Autora (2017).

O quadro ilustra as quatro propostas didáticas apresentadas nesse estudo. Mesmo sendo independentes, todas convergem ao mesmo objetivo, que é ser uma alternativa didática que promova a evocação do pensamento metacognitivo, a partir das suas duas componentes, conhecimento do conhecimento e controle executivo e autorregulador, na resolução de problemas em Física.

Com relação à seleção do professor (ou aluno) sobre qual das quatro propostas didáticas deva ser utilizada/indicada, infere-se que tal escolha deva ser guiada pelo tipo de problema a ser resolvido e pelo perfil do aluno ou da turma. Assim, pressupõe-se que o professor ou o aluno poderá guiar suas escolhas frente ao conteúdo ou o tipo de problema que se apresenta. Não há, portanto, uma proposta específica para cada tipo de problema ou conteúdo, mas sim a orientação de que a escolha seja acompanhada da identificação de características do problema, do sujeito ou da turma.



Tal orientação encontra-se apoiada na própria metacognição, em que a primeira componente apresenta a necessidade de que os sujeitos identifiquem seus conhecimentos e possam, a partir deles, proceder às suas escolhas. É uma tomada de consciência sobre o que eu sei sobre mim e sobre a tarefa a ser executada e essa identificação guia/regula minha ação executiva.

Evidentemente que, em um contexto de sala de aula, muitas vezes, as decisões precisam ser coletivas, e, nesse caso, o professor poderá tomar a decisão e indicar a proposta que ele deseje que os alunos devam utilizar. Contudo, o ideal é que os alunos conheçam as quatro propostas e procedam às suas escolhas.

## **4 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA**

O presente capítulo se ocupa de relatar a aplicação das propostas didáticas apresentadas anteriormente e avaliar a sua pertinência frente à mostra de sujeitos selecionados para o estudo. Além disso, se ocupa de apresentar o produto educacional resultante desta dissertação. Por opção de estrutura do trabalho, o capítulo abarca as discussões envolvendo o relato da aplicação da proposta, bem como apresenta os resultados da pesquisa desenvolvida. Para tanto, inicia pela contextualização do local e sujeitos envolvidos na aplicação da proposta e da pesquisa; na sequência apresenta a estrutura do curso realizado para o desenvolvimento do trabalho; a seguir, identifica características da pesquisa e instrumento utilizados para coleta dos dados; na continuidade, descreve e analisa cada um dos encontros e o resultado das entrevistas realizadas com os participantes; ao final, relata o produto educacional que acompanha esta dissertação.

### **4.1 Contextualizações iniciais**

Como forma de discutir a viabilidade das propostas didáticas elaboradas neste estudo, estruturou-se um curso na modalidade extensão para acadêmicos do curso de Física (L) da Universidade de Passo Fundo (UPF). A opção por selecionar essa amostra, que se encontra em processo de formação inicial, decorre da potencialidade ofertada por eles em termos de avaliação das quatro propostas, especificamente por considerar seus olhares enquanto alunos e aprendizes, mas também como futuros professores. Assim, acredita-se oportunizar um duplo olhar sobre as propostas, mesmo que o foco de investigação esteja na análise deles enquanto futuros professores de Física. Sobre isso, vale lembrar o mencionado por Monereo (2001) de que para os professores aplicarem estratégias metacognitivas é necessário que eles também se sirvam delas em suas próprias aprendizagens.

Os sujeitos selecionados para a aplicação das propostas didáticas, conforme anunciado, são estudantes do curso de Física (L) da Universidade de Passo Fundo, RS. Tal aplicação ocorreu na forma de um curso de extensão universitária intitulado “Metacognição: um apoio à resolução de problemas em Física” ofertado em horário extraclasse. O detalhamento dessa proposta é objeto de discussão da próxima seção.

Para a execução da atividade, foi apresentada a proposta de curso ao coordenador do curso de Física e solicitada autorização (APÊNDICE B) para sua realização no primeiro

semestre de 2017. O curso de extensão na forma de oficina pedagógica foi cadastrado como uma atividade de extensão do curso de Física (L), sob coordenação da professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, orientadora desta dissertação (APÊNDICE C).

A partir de tais encaminhamentos, a proposta de atividade foi apresentada aos alunos do curso, os quais foram convidados a participar. A eles, foram esclarecidos os detalhes sobre o desenvolvimento da atividade na modalidade extensão, bem como o caráter livre para participar da pesquisa vinculada ao trabalho. Nesse sentido, foi mencionado que o curso integra uma atividade do mestrado profissional em desenvolvimento por uma egressa do curso de Física.

Após os esclarecimentos, 13 alunos se mostraram interessados em participar do curso. O reduzido número de participantes decorre do fato de o curso de Física ser noturno e de que grande parte dos estudantes trabalha durante o dia, momento no qual a oficina foi ofertada.

Como características principais dos participantes do curso e que representam os sujeitos da pesquisa, destaca-se que quatro deles estavam matriculados no nível III, cinco no nível V e quatro no nível VII<sup>1</sup>. Os 13 alunos participavam de projetos do curso de Física vinculados à pesquisa ou à extensão e seis deles integravam o Programa Institucional de Iniciação à Docência (Pibid). Além disso, quatro estavam realizando estágio curricular supervisionado obrigatório no Ensino Fundamental, séries finais.

Em termos das características do curso de Física (L), cujo funcionamento é noturno, destaca-se que sua criação data de 2003 (Resolução Consun 01/2003 e Portaria SESU 286 de 21/12/2012), tendo sua primeira turma de ingressantes em 2004. A graduação apresenta como objetivo, segundo seu Projeto Pedagógico do Curso (PPC) em vigência<sup>2</sup>: “Formar profissionais com sólida preparação teórica e interdisciplinar para atuarem no exercício do magistério na educação básica e para continuarem seus estudos em nível de pós-graduação na área de Ensino de Física”. Na sua matriz curricular, são previstas disciplinas e atividades voltadas à formação geral, humanística, pedagógica e específica. Nesse contexto e de particular interesse para o presente trabalho, estão às disciplinas destinadas a discutir aspectos relacionados ao ensino de Física, para além das disciplinas pedagógicas<sup>3</sup> e de dois estágios supervisionados<sup>4</sup>.

A formação de professor no referido curso assume relevância em seu PPC, o que é evidenciado no discurso e na oportunidade dados aos alunos tanto em termos das disciplinas

---

<sup>1</sup> Dados relativos ao primeiro semestre de 2017.

<sup>2</sup> O Projeto Pedagógico de Curso tomado por referência para o presente trabalho foi o vigente para as turmas com ingresso em 2014, 2015 e 2016.

<sup>3</sup> Didática Geral, Psicologia da Educação, Educação Inclusiva, Libras e Sociologias dos Processos Educativos.

<sup>4</sup> Estágio Supervisionado I e Estágio Supervisionado II.

obrigatórias dispostas na matriz curricular quanto nos projetos envolvendo a área de Ensino de Física e a iniciação à docência. Nesse sentido, o destaque fica nas pesquisas desenvolvidas na área com um grupo consolidado e envolvendo professores e alunos em diferentes projetos. Além disso, o curso de Física participa do Programa Institucional de Iniciação à Docência (Pibid) desde 2010, oportunizando que vinte acadêmicos atuem em quatro escolas públicas de Passo Fundo. O Programa, que tem abrangência nacional, é uma referência na atualidade para a formação de professores e, especificamente em relação à Física, tem oportunizado aos estudantes, conforme destacado por Darroz e Wannmacher, acesso ao “conhecimento prático da docência por meio da ação e com base na reflexão na ação, ampliando seu interesse pela área” (2015, p. 746), além da possibilidade de refletir sobre a docência e de compreendê-la como um processo coletivo.

Nesse contexto de relevância para a formação de professores, o curso de Física (L) apresenta disciplinas especificamente destinadas a discutir aspectos vinculados ao ensino de Física. Essas disciplinas estão estruturadas em três semestres e são denominadas de “Ensino de Física I”; “Ensino de Física II; e “Ensino de Física III”. Sua distribuição na grade curricular vai do terceiro ao quinto semestre, respectivamente. As ementas dessas disciplinas estão ilustradas no Quadro 5.

Quadro 5 - Ementa das disciplinas de Ensino de Física

DFI 871 Ensino de Física I	O processo histórico do ensino de Ciências no Brasil; A Física como componente curricular na atualidade; o uso do livro didático; a resolução de problemas como estratégia de ensino; a matemática como linguagem estruturante do pensamento físico; atividades experimentais e sua importância na construção do conhecimento científico; abordagens históricas e filosóficas em sala de aula; problematização e contextualização do conhecimento; tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física.
DFI 872 Ensino de Física II	Obstáculos de aprendizagem em Física. Transposição didática. Contrato didático. Movimento das concepções alternativas. Mudança conceitual. Enfoque CTS. Alfabetização científica. Teorias de aprendizagem relacionadas à Física. Mapas conceituais. Novas tecnologias no ensino de Física. Visita e observações da estrutura e funcionamento da escola.
DFI 876 Ensino de Física III	Projetos de ensino e aplicativos educacionais. A pesquisa no ensino de Física. Elaboração de planejamento de atividades a serem desenvolvidas na escola. Inserção do acadêmico no futuro campo de atuação, buscando a vivência das diferentes dimensões da escola. Atividades de aproximação dos acadêmicos às escolas de educação básica.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Conforme é possível visualizar no quadro, o tema resolução de problemas é abordado na primeira disciplina de Ensino de Física, contudo, o uso de estratégias metacognitivas de aprendizagem não consta da ementa de nenhuma delas. Tal fato reitera a importância em desenvolver a atividade com os alunos desse curso.

## 4.2 Estrutura do curso de extensão

O curso de extensão denominado “Metacognição: um apoio à resolução de problemas em Física” foi estruturado na forma de uma oficina pedagógica envolvendo quatro encontros de quatro horas cada um e mais quatro horas de estudos extraclasse, perfazendo vinte horas de atividades. Os encontros foram realizados às quintas-feiras.

Destaca-se, conforme já explicitado, que o curso foi cadastrado como uma atividade de extensão do curso de Física (L), o que oportunizou a emissão de certificados pela instituição aos alunos participantes (ANEXO A). O curso foi ministrado pela pesquisadora, sob a supervisão da professora orientadora deste trabalho.

O Quadro 6 ilustra as temáticas abordadas em cada encontro, cuja descrição é apresentada na seção 4.4.

Quadro 6 - Cronograma das atividades realizadas no curso de extensão

Encontro / Data	Horas-aula	Atividade
1 27/04/2017	4	Apresentação da proposta de estudo e assinatura do termo de consentimento. Discussão dos fundamentos teóricos da metacognição e do uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas. Atividade de leitura envolvendo estratégia metacognitiva. Indicação de leitura para o próximo encontro.
2 11/05/2017	4	Aplicação e discussões de duas propostas didáticas elaboradas para o estudo: uso de <i>prompts</i> orientativos e reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema.
3 18/05/2017	4	Aplicação e discussões das outras duas propostas didáticas elaboradas para o estudo: explicação da situação-problema a um colega e resolução de problemas com predições. Encaminhamento de problemas como atividade a ser realizada para o próximo encontro.
4 01/06/2017	4	Discussões referentes aos problemas resolvidos e às escolhas feitas em cada um dos problemas. Síntese final das atividades. Entrevista com os alunos.

Fonte: Autora (2017).

Em relação ao cronograma inicial, houve alteração de data do último encontro, uma vez que, na data prevista (25/05/2017), foi realizado um evento na instituição, com envolvimento de todos participantes. Esse evento, denominado de IX Seminário de Atualização Pedagógica para Professores da Educação Básica, é realizado anualmente e disponibiliza palestras e minicursos para os professores da Educação Básica. Na oportunidade, foi ministrado, pela pesquisadora e por sua orientadora, um minicurso intitulado “A metacognição como suporte ao aprender a aprender” e que esteve diretamente vinculado ao trabalho em desenvolvimento nesta dissertação (ANEXO B). Em virtude desse

curso, o último encontro sofreu alteração de data, passando para o dia 01º de junho de 2017, conforme indicado no Quadro 6.

O curso de extensão foi desenvolvido nas dependências do Instituto de Ciências Exatas e Geociências (Iceg), no laboratório de Física, sala 116. Todos os participantes realizaram sua inscrição via sistema UPF e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, portanto, estavam aptos a participar das atividades.

O Quadro 7 a seguir indica o número de participantes em cada um dos encontros.

Quadro 7 - Demonstrativo de participantes em cada encontro

<b>Data</b>	<b>Participantes</b>
27/04/2017	13
11/05/2017	9
18/05/2017	10
01/06/2017	8

Fonte: Autora (2017).

As variações na participação se justificam em virtude das inúmeras atividades dos alunos em função do envolvimento com os projetos de pesquisa e extensão, com o Pibid e especialmente com os estágios curriculares obrigatórios.

### **4.3 Aspectos metodológicos da pesquisa**

Para a realização da pesquisa associada a esta dissertação, recorre-se a um estudo do tipo qualitativo seguindo o proposto por Triviños (1994). De acordo com o autor, esse tipo de pesquisa se revela adequada quando o intuito é avaliar e compreender atividades que não podem ser quantificadas por meio de procedimentos estatísticos, tanto em investigações específicas quanto a partir de traços comuns da realidade analisada. Quando se trata das investigações na área da educação, o uso de pesquisas qualitativas é recorrente, pois leva a uma interpretação além dos números, o que se justifica em função de ser uma área de intensas relações humanas, ou seja, é algo interativo, dinâmico e passível de interpretações.

No caso do presente estudo, em que o desejo é analisar percepções dos sujeitos, a pesquisa qualitativa se revela 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 e falas dos sujeitos, permitindo estudar características que muitas vezes não são detectadas quando a opção é apresentar resultados na forma de números (ou frequência).

Outra característica da pesquisa proposta é identificá-la como um estudo de caso, uma vez que restringirá seu universo a um grupo pequeno de alunos vinculado a um curso de graduação específico. A opção por caracterizá-la como estudo de caso implica, conforme Yin (2015), em não buscar alcançar generalizações universais, mas generalizações analíticas voltadas para a ampliação e para a generalização de teorias. Ressalta ainda o autor que a vantagem de realizar esse tipo de estudo está na sua capacidade de lidar com uma grande variedade de fontes de evidências, tais como documentos, artefatos, entrevistas e observações.

Tais características são importantes para o presente estudo, pois seu propósito é analisar percepções de um grupo de estudantes frente a uma situação especificamente estabelecida para eles. A generalização dos resultados encontrados poderá ocorrer apenas em termos de contribuição para reforçar uma perspectiva teórica já estabelecida e não para inferir novas possibilidades teóricas. Ou seja, o estudo busca contribuir com outros já desenvolvidos referentes ao uso de estratégias metacognitivas e ampliar a gama de estudos empíricos nessa área.

Ainda nesse contexto, o estudo busca analisar o fenômeno ocorrido recorrendo a mais de um instrumento para verificação do mesmo aspecto. Ou seja, a avaliação dos alunos e a sua percepção são analisadas recorrendo a distintos instrumentos: diário de bordo, materiais produzidos pelos alunos e entrevista semiestruturada com os sujeitos participantes do estudo.

Em termos da escolha desses instrumentos, destaca-se que o objetivo em utilizar o diário de bordo preenchido pelo pesquisador decorre, como lembra Coppete (2014), da sua potencialidade para registrar, ao final de cada encontro, as impressões, os anseios e as inquietudes pessoais do pesquisador. Nesse sentido, o uso do diário de bordo como concebido por Zabalza (1994) oferece oportunidade de registrar as reações dos estudantes e as impressões do pesquisador, permitindo sua análise posterior. Na concepção do autor, o diário de bordo mostra-se como um recurso para o professor também avaliar as suas ações. 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, como por exemplo, diálogos entre os estudantes e o envolvimento destes. Todos os registros construíram um material de pesquisa e são analisados com a perspectiva de dar mais subsídios para a análise das propostas, levando em consideração aspectos em níveis mais abrangentes.

A utilização dos materiais produzidos pelos sujeitos participantes das atividades representa a oportunidade de, por meio dos registros, identificar o modo como estão concebendo a proposta e de que forma operacionalizam as discussões teóricas apresentadas.

Por fim, o uso de entrevista do tipo semiestruturada é indicado quando se deseja deixar o entrevistado se expressar dentro de sua concepção, a partir de tópicos previamente

definidos. Gil salienta que “o entrevistador permite ao entrevistado falar livremente sobre o assunto, mas, quando este se desvia do tema original, esforça-se para a sua retomada” (1999, p. 120). Esse tipo de entrevista possibilita flexibilidade, contudo, é importante que a entrevista seja realizada pelo próprio pesquisador, para que, caso necessário, retome o foco com outros questionamentos, e isso requer conhecimento da área e da pesquisa.

Os instrumentos “diário de bordo” e “materiais produzidos pelos participantes” foram utilizados para a coleta dos dados da pesquisa, cuja análise acompanha a descrição dos encontros a seguir. Na sequência, é apresentado e discutido o resultado da “entrevista semiestruturada” realizada com os participantes. A opção por apresentá-la de forma separada dos encontros decorre da interpretação de que ela representa uma síntese do estudo pela voz dos participantes e refere-se a uma avaliação feita por eles de todos os encontros e, portanto, não caberia integrá-la à descrição e à análise de um deles.

#### **4.4 Descrição e análise dos encontros**

A seguir, são descritos e analisados os encontros desenvolvidos durante o curso de extensão denominado “Metacognição: um apoio à resolução de problemas em Física”. Conforme já mencionado, foram quatro encontros de quatro horas, cada um realizado às quintas-feiras à tarde nas dependências da Universidade de Passo Fundo.

##### *4.4.1 Primeiro encontro: fundamentos teóricos da metacognição*

O primeiro encontro do curso iniciou pela apresentação da proposta de atividades, seus objetivos e cronograma. Além disso, foi assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE D).

Na continuidade, ressaltou-se aos participantes – que serão aqui denominados de “estudantes” – a importância de terem um olhar crítico sobre as atividades a serem desenvolvidas e, como futuros professores, de associarem esses conhecimentos à prática pedagógica futura.

Após esse discurso introdutório, os estudantes passaram a se apresentar, mencionando o nível em que se encontravam no curso de graduação, as razões que os levaram a realizar o curso de extensão e quais as suas experiências com alunos do ensino médio. O objetivo estava em identificar as expectativas para o curso e quais as experiências vivenciadas em termos de docência.



Antes de iniciar as explicações sobre os fundamentos teóricos da metacognição, conforme previsto no cronograma de atividades, foi realizada uma atividade com o intuito de resgatar conhecimentos prévios dos alunos e identificar seus entendimentos sobre ensino de Física e sobre o metacognição do curso. Vale ressaltar que, em virtude da existência de um projeto de pesquisa no curso de Física vinculado à metacognição<sup>5</sup>, alguns estudantes já apresentam conhecimento na temática, pois participam esporadicamente de atividades vinculadas a ele.

Para esse resgate dos conhecimentos prévios dos alunos, recorreu-se à técnica denominada *brainstorming*, que permitiu registrar palavras e expressões que os estudantes associam ao ensino de Física. Esse registro foi feito inicialmente no quadro branco e posteriormente anotado no diário de bordo da pesquisadora. Nesse diário, igualmente, foi registrado o modo como os alunos participaram da atividade:

[...] ao mesmo tempo em que alguns partiam de sua experiência enquanto alunos de educação básica, outros já traziam uma percepção do ponto de vista professor. O que pude perceber no geral foi certa indignação com o ensino da forma como vem sendo desenvolvido, os alunos comentaram sobre o foco na memorização de conceitos e fórmulas, na falta de contextualização dos saberes, mencionaram que os estudantes estão no ‘piloto automático’ (DIÁRIO DE BORDO, 27/04/2017).

O registro das palavras utilizadas pelos estudantes em relação ao ensino de Física foi transcrito para um aplicativo denominado de “Nuvem de palavras” ou “Wordcloud” que resultou na imagem representada na Figura 1 a seguir:

Figura 1 - Nuvem de palavras relacionado as concepções sobre o ensino de Física



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

<sup>5</sup> Projeto denominado de “Metacognição e afetividades nos processos educativos em ciências”.

O aplicativo da ênfase às palavras mais citadas, portanto, a presença destacada das palavras memorização e mecânico é um indicativo da insatisfação dos alunos com o ensino que privilegia o armazenamento de informações e não desenvolvimento de habilidades e competências que permitam ao estudante ter uma educação científica e tecnológica, para se formar um cidadão crítico, capaz de ser ativo em uma sociedade que está em constante evolução.

A partir dessas discussões realizadas pelos estudantes, abordou-se a relação sobre a realidade do ensino com o proposto nos PCNs, principalmente ao que concerne ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Foram citadas pesquisas como as desenvolvidas por Chi, Glaser e Rees (1982); Ribeiro (2003) e Rosa (2011), que apontam que um aluno autônomo é aquele que utiliza o pensamento metacognitivo, então, a partir desse momento, iniciaram-se as discussões acerca da metacognição.

Para compreender melhor os conhecimentos prévios dos estudantes referentes ao tema metacognição, eles foram questionados sobre o que é metacognição e o que lembra essa palavra. A maioria dos alunos não queria compartilhar suas ideias por achar que estavam erradas, contudo, ao serem encorajados a falar, por se tratar do ponto de partida das reflexões sobre o tema, expuseram aquilo que representava metacognição para eles.

Os registros no diário de bordo ilustram essas ideias:

Surgiram colocações como ‘é quando eu consigo ver o que eu aprendi na escola, na minha vida’, ‘a plasticidade do conhecimento – no sentido de mutação do próprio conhecimento’, ‘o que está além da cognição’, ‘é ser autônomo?’, ‘aprender a aprender’, ‘entender o conhecimento’, ‘pensar sobre o que sabe’ (DIÁRIO DE BORDO, 27/04/2017).

Após as intervenções dos estudantes, que apontaram algum conhecimento sobre o tema, iniciou-se a explanação dos fundamentos teóricos e das estratégias metacognitivas, utilizando-se como recurso a apresentação de slides em *Power Point* (conforme retratado no APÊNDICE E). Essa apresentação foi selecionada como ferramenta para nortear a fala do encontro que inicialmente abordou o significado do termo “metacognição” e suas múltiplas compreensões. Na sequência, foi apresentada a definição de metacognição segundo o proposto por John Hurley Flavell (1976, 1979), acrescida das discussões dos estudos dele com Henry Wellman (1977) e das contribuições de Ann Brown (1987), especialmente no detalhamento do controle executivo e autorregulador. Tais discussões tiveram como referência as obras de Rosa (2011; 2014), que são as que nortearam o presente estudo, bem como foram complementadas com os trabalhos de Campanario (2000), Campanario e Otero (2000), Neto e Valente (2001) e Hinojosa e Sanmartí (2016).

Ao longo da apresentação, foram realizadas discussões referentes às componentes metacognitivas, especificamente sobre o conhecimento do conhecimento e o controle executivo autorregulador. Além disso, foi dada ênfase a cada um dos elementos, como identificado por Rosa (2011) e discutida a forma como a autora operacionalizou tais elementos em suas pesquisas vinculadas ao ensino de Física.

Os alunos participaram ativamente das discussões e realizavam inferências e questionamentos sobre cada um dos elementos mencionados. Passagens do diário de bordo ilustram essas inferências, como mostra o exemplo a seguir:

[...] ao falar sobre as variáveis da componente conhecimento do conhecimento, quando abordei a variável pessoa, alguns comentaram que a ideia que tinham sobre metacognição permeava apenas esse aspecto – o conhecimento sobre si mesmo. [...] com as intervenções dos estudantes, percebi que principalmente a componente relacionada ao controle executivo e autorregulador era uma novidade, pois perceberam que não se trata apenas de conhecer o que sabe, mas de intervir no seu próprio processo de aprendizagem (DIÁRIO DE BORDO, 21/04/2017).

Após o estudo do conceito de metacognição, suas componentes e elementos, passou-se a discutir as estratégias de aprendizagem, tomando-se com referência as obras de Monereo et al. (1994) e Rosa (2014). Inicialmente, foram abordadas as estratégias cognitivas e diferenciadas das metacognitivas. Além disso, foi dada ênfase ao apresentado por Monereo (2001) sobre a importância de abordar as estratégias juntamente com os conteúdos.

O diário de bordo ilustra a forma como os alunos intervinham na apresentação e dialogavam constantemente com o que estava sendo apresentado.

Os estudantes retomaram o exemplo que utilizei no início do encontro: se uma pessoa formada em computação na década de 90, continuar apenas com conteúdo que armazenou no período de estudo, hoje não teria espaço no mercado de trabalho. Ao retomar essa ideia, relacionaram ela com a importância do professor proporcionar o ensino de estratégias de aprendizagem associado ao de conteúdo específico e como isso reforçaria o desenvolvimento da autonomia nos alunos (DIÁRIO DE BORDO, 21/04/2017, p. 3).

Tal registro demonstra que as intervenções dos estudantes evidenciam que eles compreenderam que não basta apenas ensinar um conteúdo, devendo ser considerada a importância de promover a capacidade de gerenciar os próprios mecanismos de aprendizagem. Um dos pontos que chamou a atenção é que, nessas colocações, os estudantes falaram sob o ponto de vista de ações a serem realizadas em sala de aula, ou seja, se colocaram na situação de professores.

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 dos artigos para o próximo encontro, recorrendo à própria metacognição. Nesse sentido, foi apresentada a eles a estratégia metacognitiva desenvolvida por Jacobowitz (1990) denominada de “Author’s Intended Message” (AIM). Para a operacionalização dessa estratégia foi elaborado e entregue aos alunos um guia orientativo para que eles procedessem à leitura do texto a partir dele. Além disso, foi entregue uma ficha de registros para ser completada no momento da leitura (APÊNDICE F).

A partir das discussões envolvendo a utilização do AIM e de como deveriam preencher a ficha, foi entregue o texto que deveria ser lido para o próximo encontro: *Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física*, de autoria de Julià Hinojosa e Neus Sanmartí. O texto foi selecionado como forma de introduzir os estudantes no tema a ser explorado no segundo encontro: resolução de problemas com estratégias metacognitivas.

Ao findar esse encontro, registra-se a percepção de que os alunos se mostraram participativos e envolvidos com a temática e que, de alguma forma, já haviam ouvido falar no tema, muito provavelmente em virtude da pesquisa em desenvolvimento no curso de Física. Entretanto, seus conhecimentos sobre o assunto não apresentavam aprofundamento e encontravam-se vinculados a questões pontuais e específicas.

A empolgação dos participantes ao final do encontro foi registrada no diário de bordo e encerra a descrição e análise desse primeiro encontro: “[...] 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).

#### *4.4.2 Segundo encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas*

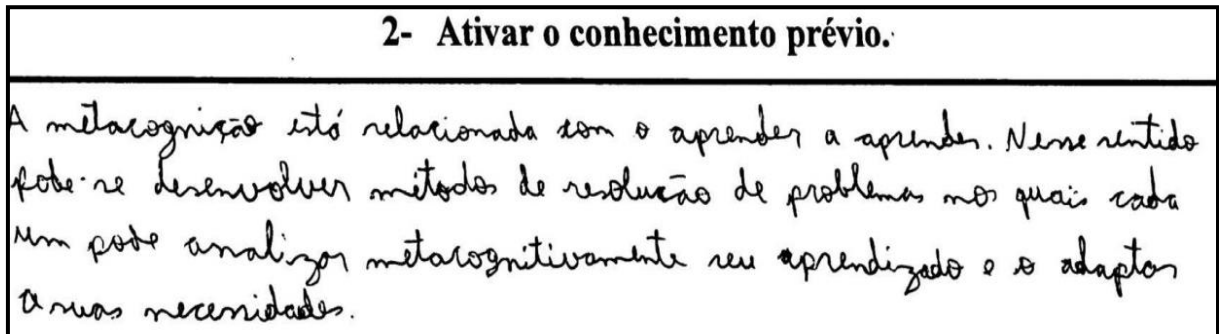
O segundo encontro do curso teve início com as discussões referentes à atividade de leitura encaminhada no encontro anterior - estratégia AIM. Os estudantes trouxeram para o encontro a ficha de registro preenchida, conforme solicitado, e iniciaram as atividades procedendo ao debate sobre o preenchimento da ficha. Como a ficha estava preenchida a partir do texto sobre resolução de problemas, pode-se considerar que esse momento foi o que introduziu as discussões sobre a temática desse segundo encontro.

Em relação ao conteúdo do texto, foi possível perceber que eles haviam lido e, de certa forma se apropriado do conteúdo apresentado. Tal evidência foi assim registrada no diário de bordo:

Durante as discussões percebi na fala dos estudantes que eles retomavam os fundamentos teóricos da metacognição discutidos no encontro anterior. Através das intervenções dos estudantes também pude perceber que eles associaram a metacognição e a resolução de problemas de forma positiva, ou seja, compreenderam a validade e os benefícios de utilizar esse tipo de pensamento para aprender Física (DIÁRIO DE BORDO, 11/05/2017, p. 4).

Em relação à estratégia metacognitiva de leitura, o preenchimento da ficha de registro denota o envolvimento e a compreensão dessa estratégia. Os nove estudantes presentes nesse encontro entregaram a ficha de leitura preenchida e realizaram as reflexões referentes a cada etapa da leitura. Um dos pontos que chamou a atenção foi o uso dos conhecimentos abordados no encontro anterior, na etapa “conhecimento prévio” da ficha de registros, como mostra a Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Exemplo de preenchimento do item 2 da ficha de registro da estratégia AIM



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Durante as explanações dos estudantes e também nos registros realizados por eles, percebe-se fortemente uma associação espontânea dos elementos relacionados à metacognição com a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, um dos referências teóricos mais abordados durante sua formação pedagógica no curso de Física da Universidade de Passo Fundo. Tal aproximação pode ser identificada nos registros da ficha e na fala dos alunos.

Analisando as intervenções e os registros dos estudantes, percebe-se que eles encontram no pensamento metacognitivo as condições necessárias elencadas por Ausubel, para uma aprendizagem significativa. O autor destaca duas condições necessárias, sendo a primeira relacionada ao material ser potencialmente significativo para o indivíduo; e a segunda, do sujeito apresentar pré-disposição para aprender.

A Figura 3 evidencia passagens em que os estudantes mencionam a teoria da aprendizagem significativa.

Figura 3 - Exemplos de preenchimento do item 5 da ficha de registro da estratégia AIM

<b>5- Avaliar criticamente o que foi lido, sem auxílio de livros didáticos ou orientações do professor.</b>
<p>A proposta dos autores de promover a autorregulação por parte dos alunos aborda questões de grande importância para o ensino de Física, fazendo com que os alunos, principalmente aqueles que vivham encontrando mais dificuldades na resolução de problemas, percebam a importância de autoavaliar-se, proporcionando uma aprendizagem significativa e meios para realizá-la de forma mais efetiva</p>
<p> Ao promover a autorregulação, os autores levam ao aluno um método alternativo para resolução de problemas que o auxilia e motiva na realização da tarefa, possibilitando assim uma maior autonomia aos estudantes.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Os estudantes relacionam a possibilidade de se autoavaliarem e a motivação como importantes para uma aprendizagem significativa e para o desenvolvimento de autonomia nos estudantes. Esses são elementos que convergem com a teoria de Ausubel, no sentido de o estudante ter consciência do seu conhecimento como condição necessária para a realização de suas atividades com sucesso e de forma mais autônoma.

Outro ponto que chamou atenção na análise do material entregue pelos alunos foi o fato de terem analisado o proposto pelo texto e associado com a possibilidade de realizar atividades que utilizem a metacognição na resolução de problemas em sua prática docente, como mostra a Figura 4:

Figura 4 - Exemplo de preenchimento do item 6-b da ficha de registro da estratégia AIM

<p>b) Sim, pois creio ter compreendido o texto, consegui relacionar muitas ideias com aquilo visto no minicurso e em outras situações anteriores, além de me inspirar para realizar atividades semelhantes como professor.</p> <p>Também li relatos de uma abordagem educacional que identifica as dificuldades dos alunos, e trabalha com elas, buscando alcançar o melhor resultado possível, além de tentar exportar a metodologia científica para o cotidiano.</p> <p>Então, mais uma vez, sim, minha expectativa foi muito bem correspondida.</p>
--

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Após as discussões sobre o texto e a estratégia utilizada para leitura, iniciou-se uma explanação sobre resolução de problemas. Os estudantes foram questionados sobre como eles percebem a resolução de problemas no ensino de Física e responderam que essa é a estratégia mais utilizada pelos professores, contudo, geralmente associada à memorização. Na sequência, foi pedido que eles diferenciasssem um problema de um exercício. Como resposta, os alunos inferiram um conjunto de aspectos para cada um dos tipos, conforme registrado no diário de bordo:

[...] um problema: Mais amplo, não tão mecânico, tem situações novas que trazem questões 'maiores', precisa refletir mais sobre as informações, é necessário achar os caminhos para encontrar as informações e facilita a aprendizagem significativa. Em relação aos exercícios responderam que se trata de: Exercitar algo que já fez, envolve essencialmente a memorização e é algo repetitivo (DIÁRIO DE BORDO, 11/05/2017).

Nas colocações dos estudantes, a maioria remete ao exposto no segundo capítulo, no qual é discutida a diferença entre exercícios e problemas. Ao analisar suas concepções, pode-se perceber que eles têm um entendimento, mesmo que de forma superficial, que vai ao encontro do referido por Peduzzi (1997), que aborda os problemas como situações de maior envolvimento dos estudantes, com maior reflexão, onde o próprio aluno traça os seus limites, em contraponto aos exercícios, que consistem em desafios já conhecidos e automatizados.

Alguns estudantes novamente chamam atenção para a Aprendizagem Significativa. Afirmam que, ao utilizar a resolução de problemas, ela será facilitada. Isso, se analisado do ponto de vista da utilização dos conhecimentos prévios ao resolver problemas, é algo pertinente.

Como afirma Peduzzi:

O que sem dúvidas permite o acesso consciente e responsável do indivíduo em tarefas de resolução de problemas é o conhecimento específico que possui na área de abrangência do mesmo e de como este conhecimento se encontra organizado e disponível em sua estrutura cognitiva (1997, p. 6).

Portanto, ao associar conhecimentos sobre o assunto do problema que já possui, com as novas informações disponíveis, não apenas estará exercitando o que sabe, mas terá, na resolução de problemas, momentos de aprendizagem.

Ao finalizar as explicações, alguns estudantes associaram os problemas a situações que são feitas análises teóricas dos fenômenos, sem recorrer à matemática. Partindo-se dessas explicações, das concepções e confusões conceituais, buscou-se apoio na literatura para

discutir mais profundamente as diferenças entre situações-problema e exercícios, seguindo ao apresentado por Peduzzi (1997).

Na continuidade, deu-se prosseguimento ao encontro, apresentando as quatro propostas de orientação metacognitiva elaboradas e estruturadas para este estudo. Ao iniciar a apresentação das propostas, foram ressaltados os objetivos de seu desenvolvimento e da importância de os estudantes 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 estudantes, foram discutidas as relações entre aprender enquanto estudante e aprender na condição de professor. A experiência dos participantes contribuiu para enaltecer essas diferenças e mostrar que o modo como aprendemos nem sempre está relacionada ao modo como ensinamos. 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 propostas neste estudo têm exatamente este intuito, o de possibilitar que o professor as utilize como estratégia de ensino, mediante o 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, seguindo o cronograma. Após a explanação teórica sobre cada uma dessas propostas didáticas, entregou-se aos alunos uma lista com quatro situações-problema (APÊNDICE F), 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 deste estudo.

Após a discussão sobre o modo como cada uma das propostas deveria ser utilizada, os alunos iniciaram a aplicação dessas propostas para resolver as situações-problemas apresentadas. Na resolução utilizando a reelaboração do enunciado e esboço da situação problema, os estudantes utilizaram como exemplo de contextualização situações de trânsito e carros de controle remoto nas representações pictóricas e todos chegaram a resposta final das atividades.

As Figuras 5 e 6 a seguir representam o modo como os estudantes procederam para resolver as situações-problema apresentadas no modelo proposto: reelaboração do enunciado e esboço da situação problema.



Figura 5 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema

**Resolução de problemas utilizando a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema:**

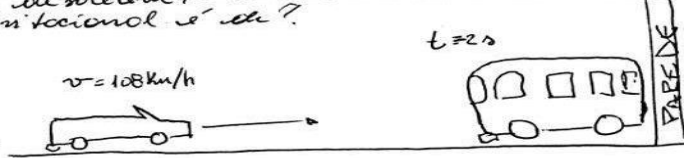
1 - Um móvel de massa 800 kg, com uma velocidade de 108 km/h, sofre uma colisão cessando seu movimento após dois segundos. A razão entre os módulos da desaceleração média do móvel durante a colisão, e a aceleração da gravidade é de:

*Um carro muito sensível está se movendo a 108 km/h e se chocou contra uma Kombi que para seu movimento depois de dois segundos. Qual a razão entre a desaceleração média do carro durante a colisão e a aceleração gravitacional e' ele?*

$v = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$   
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$   
 $t = 2 \text{ s}$

$a = \frac{v}{t}$   
 $a = \frac{30}{2}$   
 $a = 15 \text{ m/s}^2$

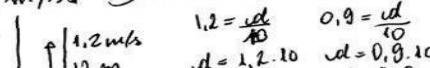
$\frac{a}{g} = \frac{15}{9,8} = 1,53$



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 partem do mesmo ponto ao mesmo tempo seguindo trajetórias diferentes em um cruzamento com velocidades de 1,2 m/s e 0,9 m/s. Determine a distância que separa os carros após 10s.*

$1,2 = \frac{d}{10}$      $0,9 = \frac{d}{10}$   
 $d = 1,2 \cdot 10$      $d = 0,9 \cdot 10$   
 $d = 12 \text{ m}$      $d = 9 \text{ m}$



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

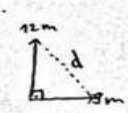
Figura 6 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema

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 1,2 m/s e 0,9 m/s, respectivamente. Determine a distância que as separa após 10s.*

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

$d^2 = 9^2 + 12^2$   
 $d^2 = 225$   
 $d = \sqrt{225}$   
 $d = 15 \text{ m}$



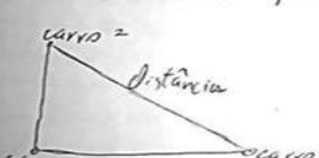

2- Dois estudantes utilizam seus carros de controle remoto para realizar um racha. Sabendo que um carro atinge uma velocidade constante de 1,2 m/s e o outro apenas 0,9 m/s e a pista segue a seguinte configuração

*Entre os veículos após 10 segundos?*

$\text{Posição carro 1} = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} = 12 \text{ m}$   
 $\text{Posição carro 2} = 0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} = 9 \text{ m}$

$\text{distância entre eles: } d^2 = (12 \text{ m})^2 + (9 \text{ m})^2 = 144 \text{ m}^2 + 81 \text{ m}^2 = 225 \text{ m}^2$   
 $d = \sqrt{225 \text{ m}^2} = 15 \text{ m}$

*A distância entre eles após 10s é de 15m.*

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Os estudantes participantes, em função de já terem passado pela experiência do ensino médio e já terem uma caminhada no curso de Física, apresentam habilidades voltadas à resolução de problemas. Foi possível perceber que, ao realizarem a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema, alguns alunos, ao entrarem em contato com a questão, entenderam os processos que teriam que realizar para obter a resposta correta, contudo, devido à nova estratégia, tiveram que parar e pensar sobre os fenômenos envolvidos na questão.

Dessa forma, todos os estudantes precisaram fazer uma retomada de seus conhecimentos prévios acerca dos conteúdos envolvidos nos dois problemas propostos e, ao mesmo tempo, associá-los a situações diferenciadas. Nesse processo, a reflexão forçada pelo comando dado de estabelecer uma nova situação possibilitou a tomada de consciência e a ativação do pensamento metacognitivo, especialmente em termos da componente conhecimento do conhecimento. Além disso, pode-se perceber que o controle executivo também foi ativado, uma vez que os alunos tiveram que planejar sua ação e monitorá-la durante o desenvolvimento do problema. Ao final, a avaliação da situação física ilustrada no enunciado *versus* a escolhida por ele deveria levar ao mesmo resultado.

O uso dos processos autorregulatórios ficou evidente nos registros do diário de bordo:

[...] durante a atividade, percebi que alguns estudantes ao desenharem a situação, recomeçavam 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).

Pode-se perceber que as duas resoluções das Figuras 5 e 6 mostram exemplos que utilizam carros, contudo, ao perceber que as velocidades da questão dois eram menores, um dos estudantes refez a questão usando um carro de controle remoto na situação. Isso é um indicativo de que refletir sobre o enunciado de um problema na forma como proposto nessa atividade oportuniza o pensar sobre a ação, atividade impulsionadora dos mecanismos de aprendizagem.

O fato de regular a própria aprendizagem se sustenta no mencionado por Rosa (2014) e é especificado no primeiro capítulo, 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 dizer se todos os processos levaram o estudante ao resultado esperado e se é ou não necessário rever as estratégias e recomeçar.


O registro do diário de bordo ilustra a percepção acerca da receptividade dos estudantes acerca da 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 perceberam 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).

Na resolução dos dois problemas utilizando o uso de *prompts* metacognitivos, os alunos foram orientados a respondê-los de forma mental ou registrá-los na folha. Todos os participantes optaram por registrar as respostas no papel ao lado da situação problema, como ilustram os exemplos nas Figuras 7 e 8 a seguir:

Figura 7 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de *prompts* orientativos

2- A área de contato de um dos pneus de um automóvel com o solo vale 100 cm<sup>2</sup>. 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

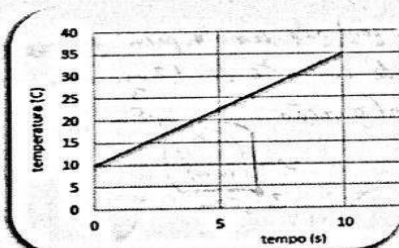
100 cm<sup>2</sup> → 0,01 m<sup>2</sup>

Pessoa: conceito de força e equilíbrio, são conhecidos conhecimentos suficientes  
Tarefa: Já realizada semelhantes. Não há dificuldades  
Estratégia: Igualar força peso com força da pressão do pneu  
Planejamento: Necessidade de desenhar fenômeno físico 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.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Figura 8 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta de *prompts* orientativos

1 - Uma fonte térmica com potência constante de 75 cal/s fornece energia a um corpo de massa 100 g, que absorve toda energia proveniente da fonte e tem temperatura variando em função do tempo, conforme o gráfico abaixo. A capacidade térmica desse corpo e o calor específico da substância de que é constituído são, respectivamente, iguais a:



CL. P<sub>1</sub> Os conceitos envolvidos; P<sub>2</sub> Aquecer água para fazer almoço quando tenho muita pressa ou também diminuir a temperatura do café or do chimarrão.  
P<sub>3</sub> Sim    E<sub>1</sub> Sim    E<sub>2</sub> Sim    E<sub>3</sub> Sim  
T<sub>1</sub> Sim  
T<sub>2</sub> Não

A. P<sub>1</sub>: Entender a questão e buscar formas de resolvê-la, definir quantas calorias são fornecidas em 10s, e relacioná-la com a variação de T e a massa do corpo para encontrar seu calor específico, e com este, a capacidade térmica.  
P<sub>2</sub>: Encontrar o calor específico e a capacidade térmica.  
P<sub>3</sub>: Energia, tempo, massa, temperatura, capacidade térmica, calor específico e potência.

P<sub>4</sub> Multiplicar a potência pelo tempo transcorrido e igualar com a capacidade térmica multiplicada pela variação de temperatura. Como não conheço a capacidade térmica mas conheço a massa, multiplicarei a massa e a ΔT. Após isso dividirei a quantidade de energia pelo produto da massa e da ΔT e encontrarei o calor específico. Com ele, encontrarei a capacidade térmica multiplicando a massa e o calor específico.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nos registros apresentados nas figuras anteriores, é possível perceber que os alunos discutem cada elemento metacognitivo de modo a estruturar o pensamento nas diferentes etapas que integra a solução do problema apresentado. E que isso é diferente 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 alunos, frente a essa 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 onde a solução não está tão nítida para eles.

Nas etapas referentes ao conhecimento acerca do conhecimento, os estudantes 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 alunos 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. 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 estudantes precisaram lembrar os conhecimentos, alguns, como no relato acima, 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 estudantes puderam refletir sobre as ações que os levariam à aprendizagem e sobre o sucesso na atividade.

No final dos registros dos estudantes, pode-se perceber que eles chegaram aos objetivos dos problemas e realizaram a avaliação. Isso corrobora os apontamentos de Rosa, para quem “A avaliação representa um olhar crítico sobre o que se fez na forma de autocontrole” (2014, p. 38). Foi possível perceber esse pensamento por parte de alguns estudantes, especialmente quando escreveram que usariam outra estratégia, desde que também fosse coerente com a questão.

Nas Figuras 7 e 8 também pode-se perceber que o estudante respondeu minuciosamente a todas as questões de reflexão propostas pelos *prompts*, propiciando assim uma análise bem completa da situação problema e sucesso na resolução. O registro do diário de bordo corrobora a discussão anterior:

Na realização das situações problema utilizando a estratégia dos prompts orientativos a receptividade dos estudantes foi diferente, mostraram-se desmotivados e resolveram aparentemente por obrigação as atividades. Não sei dizer se foi em função de já estarem cansados ou se realmente a estratégias desmotivou os alunos na hora da resolução. Percebi também que a maioria não lembrava dos conteúdos abordados nas questões que os prompts foram utilizados, o que pode ter sido um fator determinante para que tivessem mais dificuldade em utilizar a estratégia proposta (DIÁRIO DE BORDO, 11/05/2017).

Para que seja promovido o pensamento metacognitivo, incluir momentos de tomada de consciência e autorregulação conscientes nas ações dos estudantes demonstra ser uma proposta bastante viável em atividades comumente utilizadas nas aulas de Física, como é o caso da resolução de problemas.

Durante a resolução das situações-problemas, os alunos foram orientados a fazer anotações sobre o desenvolvimento de cada uma das propostas para ser discutido no último encontro.

#### *4.4.3 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, dentro da proposta deste estudo. No diário de bordo, foi assim registrado esse início de atividade:

Através das inferências dos alunos, pude perceber que eles compreenderam como a metacognição pode ser positiva na resolução de problemas e também a expectativa em relação as propostas que seriam apresentadas na sequência. Eles fizeram comentários de aprovação em relação as propostas apresentadas no encontro anterior (DIÁRIO DE BORDO, 18/05/2017).

Após essas discussões iniciais, foram apresentadas as outras duas propostas didáticas de orientação metacognitiva para resolução de problemas: resolver o problema com auxílio do colega e de elaboração de predições. 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 aluno recebeu material com questões para serem resolvidas utilizando as duas propostas em discussão (APÊNDICE H).

Na resolução utilizando a proposta do auxílio do colega, o indicado foi que as duplas fossem formadas por um estudante considerado *expert* e outro novato, segundo o mencionado na descrição da proposta. Considerando que os participantes do curso eram estudantes universitários, a formação da dupla foi livre desde que respeitada a condição anterior. Esse momento se revelou rico em termos metacognitivos, pois os alunos tiveram de se reconhecer e reconhecer as características do outro. Como mencionado por Rosa (2014), isso está vinculado ao elemento metacognitivo **pessoa** e faz com que o sujeito busque a sua identificação e estabeleça comparações com o outro.

No processo ensino-aprendizagem essa variável [pessoa] se manifesta na identificação pelo estudante de características pessoais, podendo estabelecê-las em comparação ao outro [...]. Isso inclui os conhecimentos e informações sobre determinados conteúdos, a amplitude e a maneira como o estudante se relaciona com esses saberes. É um *feedback* da estrutura interna de pensamento do estudante (ROSA, 2014, p. 26).

Já nesse momento eles começaram a ter que resgatar seus conhecimentos acerca de si mesmos e sobre o tipo da tarefa, segunda variável presente na componente conhecimento do conhecimento, que para Rosa este tipo de 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” (2014, p. 27, destaque da autora).

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-problemas em estudo.

As Figuras 9 e 10, apresentadas a seguir, ilustram questões e as soluções apresentadas pelos alunos.

Figura 9 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta de auxílio de um colega

1 - Deposita-se, uniformemente, carga elétrica no valor de  $+4,8 \cdot 10^{-5}$  C sobre uma pequena esfera não condutora. Uma partícula com carga  $-3,2 \cdot 10^{-6}$  C, colocada a 30 cm da esfera, sofre uma força atrativa de que módulo? Outra partícula, com carga  $-6,4 \cdot 10^{-6}$  C, colocada a 60 cm da esfera, sofrerá uma força atrativa de módulo, em N?

a)

$$F = k \cdot \frac{(q_1 \cdot q_2)}{d^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \left( \frac{4,8 \cdot 10^{-5} \cdot 3,2 \cdot 10^{-6}}{0,3^2} \right) = 35,36 \text{ N}$$

b)

$$F = \frac{9 \times 10^9 \left( \frac{4,8 \cdot 10^{-5} \cdot 6,4 \cdot 10^{-6}}{0,6^2} \right)}{0,6^2} = 7,68 \text{ N}$$

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Figura 10 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta de auxílio de um colega

2 - Uma chapa metálica quadrada tem a  $0^\circ\text{C}$  2m de lado, e um orifício circular de 1 mm de diâmetro, o coeficiente de dilatação linear do metal é  $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Determinar a área da chapa (incluindo o orifício) a  $100^\circ\text{C}$  e o diâmetro final do orifício.

$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$$\Delta L = 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = 2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 100$$

$$\Delta L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta L = 0,002 \text{ m}$$

$$L_f = 2 + 0,002 = 2,002 \text{ m}$$

$$A_f = L_f^2 = (2,002)^2 = 4,008 \text{ m}^2$$

Orifício:

$$\Delta d = d \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta d = 1 \text{ mm} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 100$$

$$\Delta d = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

$$d_f = 1 + 0,001 = 1,001 \text{ mm}$$

$$A_o = \pi \cdot \left(\frac{d_f}{2}\right)^2$$

$$A_o = \pi \cdot (0,5005)^2$$

$$A_o = 0,785 \text{ mm}^2$$

$$A = 4,008 \text{ m}^2 - 0,785 \text{ mm}^2$$

$$A = 4,007 \text{ m}^2$$

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Apesar de os estudantes não terem feito registros em papel sobre o uso da proposta, realizaram discussões nas duplas de trabalho, como mostra os registros do diário de bordo:

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 por que do colega usar aquele modo pra resolver a questão (DIÁRIO DE BORDO, 18/05/2017).

O inferido pelos alunos aponta para os estudos de Lev Semionovich Vygotsky sobre a importância da interação social na aprendizagem, especialmente no compartilhamento com o outro. As trocas e a aprendizagem por imitação, olhando como o outro está fazendo e

confrontando como seu modo de pensar, puderam ser percebidas durante a aplicação dessa proposta. Vygotsky (1999) chama a atenção para o fato de que atividades realizadas de forma conjunta oferecem vantagens que os ambientes de aprendizagem individualizada não promovem.

Na utilização dessa proposta de resolução de problemas, todos os estudantes conseguiram resolver os problemas com sucesso, a interação entre os *experts* e novatos demonstra possibilidades de o conhecimento sair de um nível interpessoal para o meio intrapessoal, o que vai de encontro ao pensamento de Vygotsky (1999) ao abordar que, partindo desse tipo de interação, o conhecimento iniciará seu processo de construção para, posteriormente, ser internalizado pelos sujeitos.

Esse processo de internalização ocorre em função da imitação, mas se distingue da cópia, pois implica em reconstruções internas das operações externas, portanto, o sujeito tem um papel ativo e possibilidades de criar algo novo. Sobre isso, Damiani menciona que:

A importância da imitação para a aprendizagem também fica clara na discussão do conceito de ‘Zona de Desenvolvimento Proximal’ (ZDP), criado por Vygotsky (1998). O autor escreveu que aquilo que uma criança pode realizar hoje somente com ajuda, ou em colaboração, amanhã poderá realizar sozinha, de maneira independente e eficiente. A ZDP seria, então, a área onde estão esses conhecimentos/essas habilidades que têm potencial para ser internalizados/desenvolvidos por meio da mediação de outros seres humanos ou de artefatos culturais. Embora Vygotsky estivesse teorizando acerca do desenvolvimento da mente infantil quando escreveu sobre a ZDP, acredita-se que tal conceito se aplique a todos os seres humanos, de qualquer idade (2008, p. 216-2017).

Além dos momentos de tomada de consciência e interação, os estudantes acionaram a componente da autorregulação durante a atividade. Isso se deve ao fato de o estudante *expert* ter a necessidade de explicar ao colega sua proposta de resolução e planejamento das estratégias que utilizaram, ou seja, a etapa de planificação. Esse é um momento fundamental pois:

[...] em qualquer ponto do planejamento, as decisões do sujeito oferecem oportunidades para o desenvolvimento do plano, consistindo em ações independentes e decorrentes de decisões influenciadas pelo conhecimento do sujeito. A decisão que ele toma durante a planificação das ações permite-lhe interagir com os dados disponíveis, podendo influenciá-los ou ser por eles influenciado (ROSA; DARROZ; ROSA, 2014, p. 8).

O aluno *expert*, ao compartilhar com o novato, faz com que ambos experienciem essas etapas ao longo da resolução do problema. O *expert* se desenvolve ao resgatar seus pensamentos e ações, paralelamente, o novato internaliza novos conhecimentos de conteúdo e também ligados aos processos autorregulatórios.



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 (ROSA, 2014, p. 110).

A segunda proposta de resolução de problemas metacognitiva a ser trabalhada nesse encontro e a quarta do estudo apontaram para a importância de elaborar hipóteses antes de iniciar a atividade. Nessa proposta, os cursistas se mostraram entusiasmados e curiosos para fazer e verificar suas previsões. O trecho destacado a seguir do diário de bordo, demonstra esse entusiasmo:

Na resolução da segunda proposta, os estudantes elaboraram as previsões 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 previsão, 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 estudantes teve sucesso na resolução dos problemas, conseguiram elaborar suas hipóteses e desenvolver o problema obtendo a resposta correta, como consta nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 - Exemplo 1 da resolução de problema utilizando a proposta previsões

Resolução de problemas com elaboração de previsões:

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.*

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

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

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Figura 12 - Exemplo 2 da resolução de problema utilizando a proposta predições

2 - Uma pessoa caminha 1,5 passo/segundo, com passos que medem 70cm cada um. Ela deseja atravessar uma avenida com 21 metros de largura. O tempo mínimo que o sinal de trânsito de pedestres deve ficar aberto para que essa pessoa atravesse a avenida com segurança é:

*Considerando que em 2 segundos a pessoa caminha 3 passos, e que três passos corresponde a 210 cm, a distância de 210 cm pode ser percorrida em 20 segundos.*

$$1,5 \frac{\text{passo}}{\text{segundo}} \cdot 70 \frac{\text{cm}}{\text{passo}} = 105 \text{ cm/s} = 1,05 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{d}{t} \quad 1,05 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{21 \text{ m}}{t} \quad t = \frac{21 \text{ s}}{1,05} \quad t = 20 \text{ s}$$

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

As atividades que envolvem elaboração de hipóteses ou predições, segundo Rosa (2011, p. 142), têm a possibilidade de mobilizar, construir e reconstruir de forma progressiva os conhecimentos disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes.

Pode-se perceber que a atividade levou os estudantes a refletirem sobre seu próprio conhecimento e permitiu que recuperassem na memória seus conhecimentos, que serviram de âncora para as novas informações. Contudo, oportunizou a reflexão sobre quais conhecimentos eram necessários retomar e buscar compreender.

Paralelamente à componente do conhecimento do conhecimento, a proposta oportunizou a evocação do pensamento metacognitivo relacionado à autorregulação, pois, após elaborar a predição, os estudantes resolveram o problema retomando a hipótese para analisar se estavam utilizando as estratégias que os levariam ao resultado esperado e 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 no trecho a seguir 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 (2011, p. 229).

Oportunizar a predição e, ao final, proceder à avaliação representa, portanto, a oportunidade de pensar e refletir sobre a ação, de ponderar sobre os resultados e de verificar os caminhos trilhados e as 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 estudantes a manter o controle e a monitoração sobre seus pensamentos.

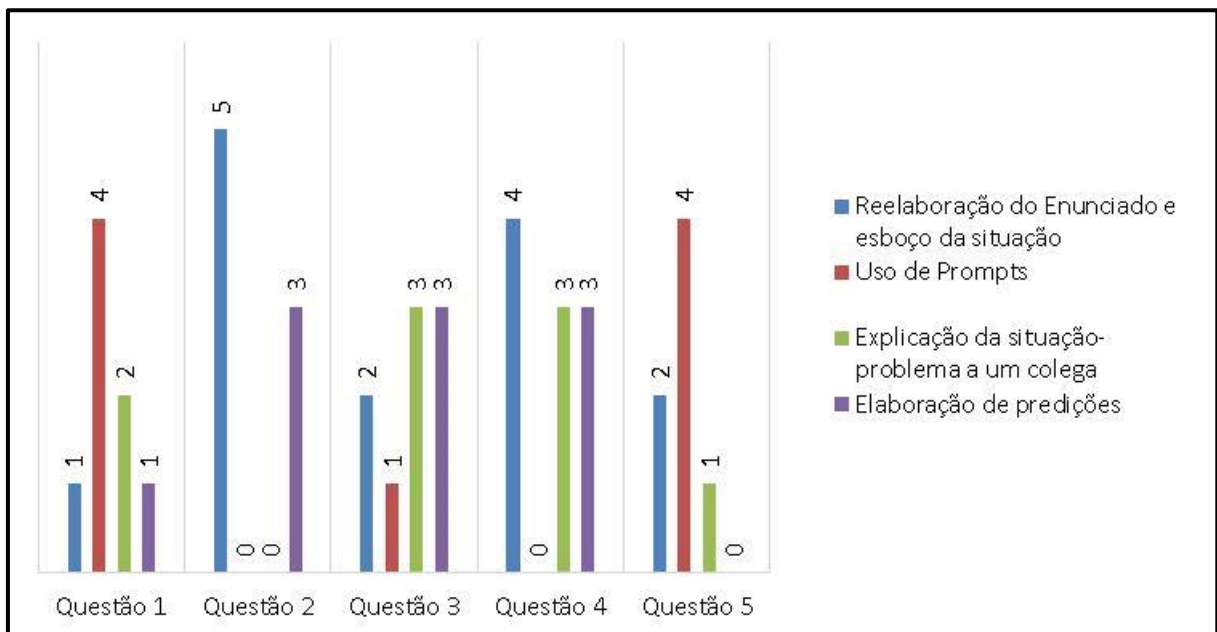
O encontro foi finalizado com a entrega de uma lista de situações-problemas que os estudantes deveriam resolver escolhendo a proposta a ser aplicada e justificar a escolha em cada questão (APÊNDICE I).

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

O quarto encontro contou com a participação de oito estudantes 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 Gráfico 1 a seguir apresenta as opções dos estudantes em cada situações-problema.

Gráfico 1 - Representação das escolhas dos estudantes frente às propostas didáticas



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

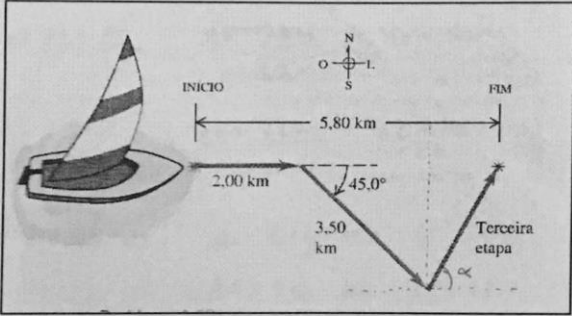
O gráfico 1 indica que os estudantes variam suas escolhas, buscando atrelar a proposta às suas características pessoais ou àquilo que julgam mais conveniente frente à complexidade da questão. A análise a seguir ilustra essa inferência.

A Questão 1, por exemplo, já possuía uma situação contextualizada com a realidade e também já contava com uma ilustração de apoio, o que pode ter levado a maioria dos estudantes a optar pela utilização dos *prompts*. Os estudantes justificaram a escolha na possibilidade de evocação dos conhecimentos prévios, conforme ilustrado na Figura 13, a seguir:

Figura 13 - Exemplo 1 da justificativa da escolha para resolver a questão 1 na atividade final

1 - Uma velejadora encontra ventos que impelem seu pequeno barco a vela. Ela veleja 2,00 km de oeste para leste, a seguir 3,50 km para sudeste e depois uma 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. 12ª ed., Pearson Addison Wesley Editora, 2008, p. 32)



$$3,5 \cdot \sin 45^\circ = 2,47 \text{ km}$$

$$3,5 \cdot \cos 45^\circ = 2,47 \text{ km}$$

$$5,8 - 2 - 2,47 = 1,33 \text{ km}$$

$$\text{tg}^{-1} = \frac{2,47}{1,33}$$

$$\alpha = 61,69^\circ$$

$$d^2 = 2,47^2 + 1,33^2$$

$$d = 2,8 \text{ km}$$

Autorregulação através do uso de prompts orientativos, invocando conhecimentos prévios sobre a questão.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Para a mesma questão, outro aluno recorreu à explicação da situação-problema a um colega, justificando sua escolha em virtude do grau de dificuldade apresentado na questão, como ilustra a Figura 14.

Figura 14 - Exemplo 2 da justificativa da escolha para resolver na questão 1 na atividade final

Já existe um enunciado contextualizado e um esboço. A situação não é tão incomum para uso de prompts. Eu proponho o método de explicar ao colega, especialmente pela necessidade de cálculo trigonométrico.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Na resolução da Questão 2, a maioria dos estudantes optou por escolher a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação problema. Os estudantes afirmaram que, ao utilizar essa proposta, eles podem visualizar a situação problema com maior clareza, como mostra o registro da Figura 15 de um dos praticantes:

Figura 15 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 2 na atividade final

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

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28)

Reelaboração de um enunciado.

Você está andando a 88km/h em uma rodovia, quando se depara com um acidente, e retoma a prestar atenção no seu trajeto 1s depois. Neste período, que distância você percorreu sem prestar atenção no seu movimento.

88 Km → 3600 s	Km	km	dam	m	dm	cm	mm
x Km → 1s	0,	0	2	4,	4	4	
x = 0,02444 Km	Você percorre 24,44 m						

Na reelaboração de enunciado, você transcreve o fenômeno em uma situação plausível, que seu cérebro consegue imaginar mais facilmente

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Para resolver a Questão 3, os estudantes escolheram as propostas de forma mais variada, inclusive associando duas propostas em uma mesma resolução. Os alunos que optaram por explicação da situação-problema a um colega, justificaram a escolha dizendo que, ao compartilhar suas ações, teriam acesso a mais estratégias para resolver o problema. Os que optaram pela reelaboração do enunciado e esboço da situação problema afirmaram “clarear o raciocínio”, e os que escolheram a elaboração de previsões não justificaram sua escolha.

A união de duas propostas ocorreu sempre associando uma das propostas à de explicação ao colega, portanto, mesmo usando a estratégia de reelaboração do enunciado e esboço da situação problema e a elaboração de previsões, os alunos optaram por também compartilhar seus planejamentos e estratégias utilizadas nessa atividade. A Figura 16 demonstra o registro de um estudante que fez uso da proposta de elaboração de previsões associada à explicação para um colega:

Figura 16 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 3 na atividade final

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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28 - com adaptações)

A) O tempo do objeto na primeira vez é maior pois se desloca a mesma distância da segunda com menos que a metade da velocidade. O primeiro tempo será aproximadamente o dobro do segundo

$$v_1 = \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} \rightarrow 1,2 \text{ m/s} = \frac{72 \text{ m}}{\Delta t_1} \quad \Delta t_1 = 60 \text{ s}$$

$$v_2 = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2} \rightarrow 3 \text{ m/s} = \frac{72}{\Delta t_2} \quad \Delta t_2 = 24 \text{ s}$$

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \quad \Delta t = 84 \text{ s}$$

$$v_m = \frac{72 \text{ m} + 72 \text{ m}}{84 \text{ s}} = \frac{144}{84} \rightarrow 1,71 \text{ m/s}$$

B) Como o objeto em tempo, iguais desenvolve diferentes velocidades, logo a velocidade média será mais próximo da maior velocidade de deslocamento. Aproximadamente 3 m/s.

$$\Delta S = 60 \text{ s} \cdot 1,2 \text{ m/s} = 72 \text{ m}$$

$$\Delta S = 60 \text{ s} \cdot 3 \text{ m/s} = 180 \text{ m}$$

$$v_m = \frac{180 \text{ m} + 72 \text{ m}}{60 \text{ s} + 60 \text{ s}} = \frac{252}{120} = 2,1 \text{ m/s}$$

Resolução de problema com elaboração de previsões + explicação do situação problema a um amigo.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

A Questão 4, a exemplo da anterior, apresentou escolhas variadas, exceto em termos da proposta envolvendo o uso de *prompts* que não foi utilizada por nenhum dos estudantes. Esses, por sua vez, fizeram associações entre as propostas utilizando, em determinados casos, mais de uma para resolver a situação-problema apresentada. A Figura 17 apresenta o registro de um dos cursistas que optou pela proposta de reelaboração do enunciado, mas que também aventou a possibilidade de utilizar a previsão.

Figura 17 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 4 na atividade final

4- Uma certa força dá ao objeto m1 a aceleração 12,0 m/s<sup>2</sup>. A mesma força dá ao objeto m2 a aceleração 3,30 m/s<sup>2</sup>. Que aceleração daria a um objeto cuja massa fosse (a) a diferença entre m1 e m2 e (b) a soma de m1 e m2?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 90)

Um ventilador de força constante x acelera 4 bolinhas no ar. A aceleração da m1 = 12 m/s<sup>2</sup>. Da m2 e 3,3 m/s<sup>2</sup>. Sabendo que m1 e m2 são valores constantes. Calcular a aceleração da bola de massa m2 - m1 e m1 + m2.

$$F = m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2$$

$$m_1 \cdot 12 \text{ m/s}^2 = m_2 \cdot 3 \text{ m/s}^2$$

$$4m_1 = m_2$$

$$m_2 - m_1 = (4m_1) - m_1 = 3m_1 \text{ a massa da III}$$

$$m_1 \cdot 12 \text{ m/s}^2 = 3m_1 \cdot a$$

$$a = \frac{12 m_1}{3 m_1} = 4 \text{ m/s}^2 \text{ a a da III}$$

$$m_2 + m_1 = (4m_1) + m_1 = 5m_1 \text{ a massa da IV}$$

$$m_1 \cdot 12 \text{ m/s}^2 = 5m_1 \cdot a$$

$$a = \frac{12 m_1}{5} = 2,4 \text{ m/s}^2 \text{ a a da IV}$$

Na reelaboração o aluno visualiza os objetos. Identifica a III como sendo menor que II e maior que I e a IV como maior que as demais. Assim é fácil identificar erros futuros. Além de reelaborar o enunciado, pode-se prever hipóteses

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Na Questão 5, a proposta mais utilizada para a resolução dos problemas foi o uso de *prompts* orientativos. Pode-se perceber que, ao usarem essa proposta, os estudantes resumiram as questões propostas basicamente em três etapas: conhecimentos prévios sobre a situação apresentada, metodologia e avaliação. Os estudantes justificaram essa adaptação por julgar a proposta original extensa e com muitos elementos. A Figura 18 a seguir expressa o mencionado:

Figura 18 - Exemplo da justificativa da escolha para resolver na questão 5 na atividade final

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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 9)

Uso de prompts (modificado)

A que se refere o problema? Força elétrica

Tenho os conhecimentos necessários a resolução? Sim

Posso associar com algum outro conteúdo? Posso, mas nesse caso é melhor ser direto.

Como vou resolver? Usando as relações da Lei de Coulumb.

Resolução:  $F = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d^2} \Rightarrow 5,66\text{ N} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot 26,3 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 47,1 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{d^2} \Rightarrow 5,66\text{ N} = \frac{11,15 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{d^2}$

$d^2 = \frac{11,15 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{5,66 \text{ N}} = 1,97 \text{ m}^2 \quad d = 1,4 \text{ m}.$

Esse resultado confere?  $F = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 26,3 \cdot 10^{-6} \cdot 47,1 \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m}^2}{(1,4)^2} = \frac{11,15 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{1,96} = 5,68 \text{ N} \approx 5,66 \text{ N}.$

sim

Uso de perguntas orientativas devido ao maior esclarecimento contextual da questão. Prefiro dispor as perguntas desse modo pois a sequência proposta de prompts é demorada demais.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Após a discussão sobre as escolhas de cada estudante frente às propostas abordadas no curso e as situações-problemas apresentadas, passou-se a debater sobre a viabilidade delas em termos de aplicação na escola. O registrado no diário de bordo ilustra a percepção desse debate:

Fiquei impressionada com o envolvimento dos estudantes em passar o feedback de cada uma delas (propostas) e o que achei mais interessante foi o fato de além de analisar sob o ponto de vista de alunos, também trouxeram contribuições relacionadas a como eles pensaram na estratégia como professores (DIÁRIO DE BORDO, 01/06/2017).

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, como 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 estudantes 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 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 estudantes, 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 estudantes 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 estudantes 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 norteasse a resolução e pudessem perceber se estavam no caminho certo para chegar o resultado esperado (DIÁRIO DE BORDO, 01/06/2017).



O relato aponta para a situação em que os estudantes se colocam na posição de futuros professores e saem dessa condição e de suas experiências para inferir possibilidades didáticas sobre o uso das propostas. Eles relataram sobre a necessidade de planejamento para o uso dessa proposta e também sua opinião em relação às outras.

Para finalizar as discussões, foi solicitado aos estudantes que falassem sobre uma visão geral a respeito das quatro propostas e como eles as utilizariam em suas atividades docentes. A maioria respondeu que ensinaria as quatro possibilidades para seus alunos e posteriormente os deixaria livres para escolher aquela que achassem mais adequadas para as características do problema. Outros, entretanto, falaram em adaptar as propostas conforme as dificuldades dos estudantes. Contudo, a ideia central de todas as falas dos estudantes foi a de que usariam as propostas com a intenção de que seus alunos recorressem ao uso do pensamento metacognitivo como potencializador da aprendizagem.

Na seção seguinte, será apresentada a pesquisa desenvolvida com os cursistas na forma de entrevista individual em que aspectos mencionados anteriormente foram novamente citados e comentados por eles.

#### **4.5 Entrevistas**

Nesta seção são apresentadas as entrevistas realizadas com os estudantes participantes do curso. Tal atividade teve como objetivo analisar a atividade desenvolvida na forma da sua percepção pelos participantes. Participaram da entrevista, do tipo semiestruturada, oito estudantes, que foram selecionados a partir da identificação de que estiveram presentes nos quatro encontros e realizaram as atividades extraclasse solicitadas. A entrevista esteve guiada por tópicos (conforme apresentada no APÊNDICE J) que buscavam dialogar com os estudantes e foram gravadas em áudio, sendo, posteriormente transcritas na íntegra.

A seguir, são discutidas as respostas dadas pelos estudantes na entrevista, recorrendo a trechos de suas falas cuja identificação, como forma de manter o anonimato, é dada pelo uso de códigos. Para tanto, atribui-se a letra “E” indicando “Estudante” seguida por um número na sequência de 1 a 8 para identificar o sujeito (E1, E2, ..., E8). Como forma de não se tornar exaustiva essa análise e considerando que a entrevista estava constituída por onze tópicos, opta-se por discuti-las considerando três categorias, assim estruturadas: conhecimentos anteriores; conhecimentos adquiridos; e avaliação da atividade. Seguindo o proposto por Bardin, tal categorização permite a reflexão e a discussão sobre os dados

coletados, pois procura “obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens” (2004, p. 37). Dessa forma, as categorias foram selecionadas *a priori*, previamente estabelecidas na estrutura da entrevista e estão relacionadas aos conhecimentos dos alunos no momento da resolução de problemas e são discutidas na sequência.

#### 4.5.1 Conhecimentos anteriores

Essa categoria foi constituída pelos tópicos referentes aos conhecimentos e às ações prévias dos alunos com relação ao tema em estudo. 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 enquanto resolvidor de problemas e sobre seus conhecimentos prévios a respeito da metacognição.

Como resposta, observa-se os estudantes inferem unanimemente que costumam refletir sobre os conhecimentos que possuem em relação ao conteúdo envolvido no problema apresentado. Além disso, relatam que buscam recorrer a estratégias para resolver problemas. A seguir, apresenta-se algumas das respostas dadas a esses dois primeiros tópicos continentais da entrevista:

Eu costumo refletir sobre o que eu já sei, procuro organizar o conhecimento que eu vou usar na resolução do problema. Isso me ajuda, por que 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, por que 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 alunos menciona que dá ênfase à retirada de dados dos problemas. O aluno E8, por exemplo, relatou que busca ler e compreender a situação antes mesmo de analisar os dados disponíveis. Já os estudantes E5 e E2 afirmaram que, após a retirada de dados, costuma desenhar a situação para visualizar melhor os fenômenos, e três outros alunos (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 (E6).

Em termos do fato de se considerar um bom resolvidor de problemas, seis dos oito alunos responderam positivamente e dois deles declaram que apresentam dificuldades para isso. Os estudantes E7 e E3 mencionaram que isso depende do conteúdo do problema e o aluno E5 afirmou não se considerar um bom resolvidor. Nas palavras dos entrevistados:

Depende do problema e do conteúdo que ele aborda (E1).  
 Não me considero uma boa resolvidora de problemas, eu ainda tenho que aprender muito sobre física e estratégias também (E5).

Por fim, nessa categoria, foi questionado sobre seus conhecimentos prévios em relação à metacognição. Sobre isso e conforme já mencionado nas seções anteriores, cinco alunos 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 tinham participado de palestras ou apresentação de trabalhos envolvendo estudos sobre metacognição e, por fim, dois alunos mencionaram que participavam mais efetivamente de trabalhos sobre essa temática. Entretanto, todos foram unânimes em mencionar que não haviam estudado a resolução de problemas envolvendo metacognição.

Como reflexão dessa categoria, infere-se que os alunos 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 no entendimento de 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 como 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 que isso pouco se identifica com a evocação do conhecimento metacognitivo. Os achados das autoras se revela pertinente ao presente estudo, uma vez que esses mesmos alunos, 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 a sua compressão, conforme revelado na continuidade da entrevista.

#### 4.5.2 Conhecimentos adquiridos

Nessa categoria, estão presentes as respostas dadas aos conhecimentos adquiridos durante o curso 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 adquirir conhecimentos sobre metacognição e que as discussões teóricas iniciais foram fundamentais para a compreensão das propostas didáticas que foram apresentadas. Nas palavras dos estudantes:

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 (E7).

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 (E2).

Na sequência, foi questionado se os estudantes tiveram dificuldade em compreender e utilizar as propostas didáticas apresentadas. Cinco deles afirmaram que não encontraram dificuldades. Os outros três estudantes (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, conforme mencionado por E6; “Os prompts podem ser extensos demais, vai ficando desmotivador, mas achei muito importantes na organização da resolução”. Além disso, o estudante E3 relata que encontrou dificuldades com a proposta que envolve a elaboração de previsões 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 estudantes 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 em suas respostas foi a possibilidade de “pensar melhor” sobre as situações.

Algumas respostas chamaram atenção especialmente considerando as reflexões realizadas pelos estudantes em relação à atividade desenvolvida, como as exemplificadas a seguir:

[...] 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 (E6).

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 (E7).

Na sequência da entrevista, questionou-se qual a proposta que julgam mais adequada para a aprendizagem. A totalidade dos estudantes definiu a reelaboração do enunciado e esboço do problema como a mais viável, por refletir melhor sobre a situação ao ter que reelaborá-la e também pela visualização e compreensão do fenômeno a partir do esboço. Mesmo definindo essa proposta como a mais adequada, cinco estudantes ressaltaram outra proposta em segundo plano, o uso de *prompts* orientativos. Os estudantes 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, exigia dos alunos 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 estudantes, 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 internalizados pelos sujeitos.

#### *4.5.3 Avaliação da atividade*

Os questionamentos dessa categoria buscaram analisar a validade das propostas apresentadas na perspectiva da atuação futura desses estudantes como professores de Física e quais os limites, as dificuldades e/ou as potencialidades didáticas das propostas estudadas.

Todos os estudantes afirmaram que, como futuros professores, utilizariam essas propostas didáticas em suas aulas, justificando sua escolha com o argumento de que elas auxiliam os estudantes a se autorregular, proporcionam uma resolução de problemas com aprendizagem significativa e não de um modo mecânico.

Nas palavras dos estudantes:

Eu vejo essas propostas como válidas para o ensino e para resolução de situações problema, o que evita uma resolução apenas mecânica (E1).

Eu usaria essas propostas como professor, pois ajudam os estudantes a se organizar, pensar sobre os problemas e também na visualização e interpretação (E4).

Por fim, ao serem solicitados a descrever os limites e/ou as potencialidades encontradas nas propostas didáticas, os estudantes afirmaram que perceberam mais aspectos positivos do que negativos na utilização das propostas, conforme menciona o estudante E8:

Eu acho que o único ponto negativo é que dependendo a 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 alunos remetem ao mencionado por Monereo (2001) 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. Ou seja, à medida que os estudantes, futuros professores, passarem a adotar essas estratégias, eles poderão adotá-las em suas aulas e poderão contribuir para que os alunos passem a recorrer a essa forma de pensamento e lograr êxito em suas atividades.

Sobre isso, Rosa e Rosa, 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” (2016, p. 7). Portanto, nada melhor do que iniciar já na graduação.

#### **4.6 Produto educacional**

O produto educacional que acompanha esta dissertação foi desenhado com o intuito de servir de material de apoio a professores de Física. O foco do material está em apresentar as quatro propostas didáticas elaboradas e os referenciais teóricos que deram subsídio à sua estruturação.

Para isso, o material de apoio no modelo de livro foi desenvolvido a partir do apresentado nos capítulos 1 à 4 desta dissertação e estruturado em seções. A primeira seção apresenta os fundamentos teóricos da metacognição que embasaram a elaboração das propostas; nas quatro seções seguintes, são descritas as propostas didáticas e na última seção é descrita a oficina realizada com futuros professores utilizando o conteúdo apresentado no livro.

O material está disponível para acesso livre no site do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, link dissertações – produto educacional, e acompanha esta dissertação na forma de texto complementar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da realidade vivenciada no ensino de Física, que muitas vezes está enraizado em formas tradicionais de ensino, oportunizando apenas a memorização e a passividade dos estudantes, a inserção dos construtos teóricos da metacognição é algo que converge para os objetivos da Física enquanto componente curricular e em consonância com o apregoado nos documentos legais e nas pesquisas da área. A partir dessa identificação e tendo por base pesquisas da área que mostram que a evocação do pensamento metacognitivo favorece o aprender a aprender e a autonomia da aprendizagem (RIBEIRO, 2003; ROSA, 2011), foram estruturadas, para o presente estudo, quatro propostas didáticas que favorecem o uso do pensamento metacognitivo durante a resolução de problemas em Física do tipo *lápiz e papel*.

Tais propostas foram aplicadas em um curso de licenciatura em Física cujo intuito estava em buscar resposta ao seguinte problema: como futuros professores de Física concebem a resolução de problemas estruturada a partir de uma orientação metacognitiva? A partir dessa pergunta, definiu-se o objetivo geral do estudo, que focava 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 guiar o estudo, buscou-se retomar o entendimento de metacognição a partir de seu precursor Flavell (1976, 1979) e na voz dos estudos de Rosa (2011, 2014) especificamente relacionados ao ensino de Física. Dessa forma e tomando como mote orientador a necessidade de qualificar a aprendizagem, especialmente em termos da resolução de problemas do tipo *lápiz e papel*, o estudo busca difundir entre futuros professores uma nova abordagem didática. Para isso, apoia-se na fala de Moreneo e Castelló (1997) no sentido de que o professor deve ter conhecimento sobre metacognição, para que possa apoiar suas estratégias de aprendizagem nela. Ou seja, o professor precisa pensar e estruturar suas ações considerando tais estratégias.

A partir desse conjunto de elementos, as propostas foram desenvolvidas e aplicadas a um grupo de estudantes do curso de Física (L) da Universidade de Passo Fundo, caracterizando-o como uma pesquisa do tipo estudo de caso. Os dados obtidos com o uso do diário de bordo, dos materiais produzidos durante os encontros e com as entrevistas, revelaram aspectos que permitem concluir que os participantes:

- enquanto futuros professores, 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;

- estão preocupados em oferecer aos seus futuros alunos atividades que favoreçam a aprendizagem significativa dos saberes, não apenas uma aprendizagem mecânica, inferindo que a evocação do pensamento metacognitivo se revela um aliado para esse objetivo;
- apesar de, em alguma medida, já ter conhecimento sobre o construto metacognição, revelaram que o curso desenvolvido possibilitou um aprofundamento na teoria e nas possibilidades didáticas inferidas a partir dela;
- mostraram-se entusiasmados em utilizar as propostas para resolução de problemas tanto em termos de sua própria aprendizagem, como proposta de ensino;
- por meio das quatro propostas didáticas, foram capazes de recorrer à evocação do pensamento metacognitivo em suas diferentes componentes: o conhecimento do conhecimento e o controle executivo autorregulador;
- apresentam resistência a formas de pensamento que se difere dos habitualmente utilizados por eles;
- atribuem a 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. O curso oferecido 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.

Além disso, o produto educacional elaborado na forma de material de apoio representa uma forma de disponibilizar a professores e futuros professores acesso às atividades desenvolvidas no curso, mais especificamente as quatro propostas didáticas. Tal disponibilidade na forma eletrônica e impressa representa uma forma de ultrapassar os limites do estudo realizado e contribuir para fomentar a busca por alternativas de melhoria do processo de ensino e de aprendizagem em Física.

Ainda com relação à importância do trabalho desenvolvido e à forma como o estudo estabeleceu a problemática a ser investigada e sua operacionalização metodológica, menciona-se o inferido por Megid e Pacheco (1998) de que os resultados das pesquisas muitas vezes se mantêm distantes do professor. Nestse sentido, ao propor e avaliar perspectivas

didáticas, o estudo buscou a superação desse distanciamento oferecendo materiais que podem ser utilizadas diretamente em sala de aula, evidentemente como mencionado pelos autores, adaptando-a de acordo com a realidade escolar vivenciada por cada professor.

Ao final deste estudo, infere-se como possibilidade de continuidade a aplicação das propostas no contexto escolar com avaliação dos resultados diretamente em sala de aula, a exemplo do realizado no estudo de Rosa e Ghiggi (2017) com relação à primeira proposta didática. Além disso, com uma nova enseada o estudo desenvolvido apontou para a possibilidade de realizar uma aproximação teórica entre a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a metacognição. O foco estaria na perspectiva da influência dos conhecimentos prévios na aprendizagem, ou seja, a tomada de consciência dos estudantes sobre seus saberes e o modo como isso influencia novas aprendizagens. Sobre essa possibilidade de aproximação, é pertinente mencionar que ambos, Flavell e Ausubel, apresentam uma identificação com perspectiva piagetina, o que, por certo, respalda essa aproximação.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. 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*, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

ARRUDA, José Ricardo Campelo; MARIN, J. A. Un sistema didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 3, 2001.

AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 1998.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

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

BUTELER, Laura; COLEONI, Enrique. El conocimiento físico intuitivo, la resolución de problemas en Física y el lugar de las ecuaciones matemáticas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, p. 435-452, 2012.

CAMPANARIO, Juan Miguel. El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para o profesor y actividades orientadas al aluno. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 3, p. 369-380, 2000.

\_\_\_\_\_; OTERO, José C. 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*, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

CHI, Michelene T.; GLASER, Robert; REES, Ernest. Expertise in problem solving. In: STERNBERG, Robert J. (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence*. v. 1. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1982.

\_\_\_\_\_. et al. Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, v. 13, p. 145-182, 1989.

CLEMENT, Luiz; FRANCO, M.; TERRAZZAN, E. Resolução de problemas: experiências com este recurso didático em aulas de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15, 2003, *Anais...* São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_. *Resolução de problemas e o ensino de procedimentos e atitudes em aulas de Física*. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

\_\_\_\_\_. TERRAZZAN, Eduardo A. Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 2, p. 98-116, 2012.

COLEONI, Enrique A. La construcción de la representación en la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 3, p. 285-298, 2001.

\_\_\_\_\_. BUTELER, Laura. Recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 371-383, 2016.

COPPETE, Maria C. Diários de bordo e ensaios pedagógicos: possibilidades para pensar a formação de professores na modalidade de educação a distância. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE, 2, 2014. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2014.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 153-184, 1997.

COUCEIRO FIGUEIRA, Ana Paula. Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2003. Disponível em: <file://profiles/redirects/dalmago/Downloads/446Couceiro%20(1).pdf>. Acesso em: 20 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Estratégias cognitivo/comportamentais de aprendizagem: problemática conceptual e outras rubricas. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 37, v. 6, 2006.

COLL, César. Acción, interacción y construcción del conocimiento en situaciones educativas. *Revista de Educación*, v. 279, p. 9-23, 1986.

DAMIANI, Magda Floriana. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educar*, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008. (Editora UFPR).

DARROZ, Luiz Marcelo; WANNMACHER, Clóvis Milton Duval. Aprendizagem docente no âmbito do Pibid/Física: a visão dos bolsistas de iniciação à docência. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 3, 2015.

DAVIS, Claudia; NUNES, Marina M. R.; NUNES, Cesar A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. *Cadernos de Pesquisa*, v. 35, n. 125, p. 205-230, 2005.

DUFRESNE, Robert J.; LEONARD, William J.; GERACE, William J. Marking sense of students' answers to multiple-choice questions. *The Physics Teacher*, v. 40, n. 3, p. 174-180, 2002.

FÁVERO, Maria Helena; SOUSA, Célia Maria Soares Gomes de. A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 2, p. 143-196, 2001.

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

\_\_\_\_\_; WELLMAN, Henry M. Metamemory. In: KAIL, Robert V.; HAGEN, John W. (Eds.). *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977. p. 3-33.

\_\_\_\_\_. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive - developmental inquiry. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

\_\_\_\_\_; MARKMAN, Ellen M. (Eds.). *Handbook of child psychology cognitive development*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1983, v. 3, p. 77-166.

\_\_\_\_\_. Speculations about the nature and development of metacognition. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer H. (Eds.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 21-29.

\_\_\_\_\_; MILLER, Patricia H.; MILLER, Scott A. *Desenvolvimento cognitivo*. Tradução de Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. *Investigação em educação matemática percursos teóricos e metodológicos*. São Paulo: Autores Associados, 2006.

GEORGHIADES, Petros. From the general to the situated: three decades of metacognition. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 3, p. 365-383, 2004.

GIACONI, Catia et al. Dar corpo à didática: diálogos internacionais. *Revista CEFAC*, p. 336-345, 2014.

GIL, Antonio Carlos. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas, 1999.

GONZÁLEZ, Fredy E. Acerca de la metacognición. *Revista Paradigma*, 1996. Disponível em: < <http://www.revistaparadigma.org.ve/Doc/Paradigma96/doc5.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

HINOJOSA, J., SANMARTÍ, N. Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física. *Ciência & Educação*. Bauru, v. 22, n. 1, p. 7-22, 2016.

JACOBOWITZ, Tina. AIM: a metacognitive strategy for constructing the main idea of text. *Journal of Reading*, v. 33, n. 8, p. 620-624, 1990.

KOPCKE FILHO, Henrique. Estratégias para desenvolver a metacognição e a compreensão de textos teóricos na universidade. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 1, n. 2, p. 59-67, 1997.

LAFORTUNE, Louise; SAINT-PIERRE, Lise. *A afetividade e a metacognição na sala de aula*. Trad. Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

LEÃO, Denise Maria Maciel. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. *Cadernos de Pesquisa*, v. 107, p. 187-206, 1999.

LARKIN, Jill H. The role of problem representation in physics. *Mental Models*, p. 75-98, 1983.

MEGID NETO, Jorge; PACHECO, Décio. Pesquisas sobre o ensino de Física do 2º grau no Brasil. In: NARDI, Roberto (Org.). *Pesquisas em ensino de Física*. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 5-20.

MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MONEREO, Carles; POZO, Juan Ignacio; CASTELLÓ, Montserrat. La enseñanza de estrategias de aprendizaje en el contexto escolar. *Psicología de la educación escolar*, p. 235-258, 2001.

MONEREO, Carles. La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. In: \_\_\_\_\_. *Ser estratégico y autónomo aprendiendo*. Barcelona: Graó, 2001. p. 11-27.

\_\_\_\_\_; CASTELLÓ, Montserrat. *Las estrategias de aprendizaje: cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Barcelona: Edebé, 1997.

\_\_\_\_\_. et al. *Estrategias de enseñanza y aprendizaje: formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Madrid: Graó, 1994.

MONTECINOS, Alicia Muriel. TLS aimed to stimulate the attainment of a metacognitive strategy on kinematics models, within a cooperative learning approach. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 2, p. 2503-1-2503-9, 2015.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. Salzano. *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

NETO, António J.; VALENTE, Maria Odete. Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de Física: una propuesta para a su superación da raiz vygotskiana. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n. 2, p. 21-30, 2001.

PEDUZZI, Luiz O. Q; ZYLBERSZTAJN, Arden; MOREIRA, Marco Antonio. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 14, n. 4, p. 239-246, 1992.

\_\_\_\_\_. Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997.

PIETROCOLA, Maurício et al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 1, p. 99-122, 2008.

PINHEIRO, Terezinha de Fatima et al. *Aproximação entre a ciência do aluno na sala de aula da 1ª. serie do 2º. grau e a ciência dos cientistas: uma discussão*. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

- \_\_\_\_\_. *Sentimento de realidade, afetividade e ensino de ciências*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- POZO, Juan Ignacio. Estrategias de aprendizaje. In: PALACIOS, Jesus; MARCHESI ULLASTRES, Álvaro; COLL SALVADOR, César. *Desarrollo psicológico y educación*. v. 2, 1990. p. 199-221.
- \_\_\_\_\_. POSTIGO, Yolanda. *Los procedimientos como contenidos escolares: uso estratégico de la información*. 2000.
- PRESTES, Pablo Marcus de Abreu. *Uma visão diferente da aprendizagem de Física no ensino médio*. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.
- RANGEL, Mary. *Métodos de ensino para a aprendizagem e a dinamização das aulas*. Papirus Editora, 2005.
- REIF, Frederick; LARKIN, Jill H. Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 28, n. 9, p. 733-760, 1991.
- RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*. 2003.
- ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.
- \_\_\_\_\_; ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005.
- \_\_\_\_\_; PINHO-ALVES, Jose. A dimensão metacognitiva na aprendizagem em Física: relato das pesquisas brasileiras. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 3, p. 1117-1139, 2009.
- \_\_\_\_\_. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- \_\_\_\_\_. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: UPF Editora, 2014.
- \_\_\_\_\_; ROSA, Álvaro B. Ensino de Física por estratégias metacognitivas: análise da prática docente. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 11, n. 1, 2016.
- \_\_\_\_\_; DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Álvaro Becker da. A ação didática como ativadora do pensamento metacognitivo: a análise de um episódio fictício no ensino de Física. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, p. 3-22, 2014.

\_\_\_\_\_; SANTOS, Ana Cláudia; RIBEIRO, Cássia. Pensamento metacognitivo em estudantes do ensino médio: elaboração, validação e aplicação de um instrumento. CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 4, Santo Ângelo, 2017.

SOUSA, Célia Maria S. G.; FÁVERO, Maria. Helena. Um estudo sobre resolução de problemas de Física em situação de interlocução entre um especialista e um novato. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, Águas de Lindóia. *Atas...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002.

\_\_\_\_\_. *Concepções de professores de Física sobre resolução de problemas e o ensino da Física*. 2003. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/fisica/artigos/concepcoes\\_professores.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/artigos/concepcoes_professores.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2017.

SOUZA, Carlos Alberto; DE BASTOS, Fábio da Purificação; ANGOTTI, João André Pérez. Resolução de problemas de Física mediada por tecnologias. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 310-339, 2008.

THOMAS, Gregory P. Metacognition in science education: past, present and future considerations. In: *Second international handbook of science education*. Springer Netherlands, p. 131-144. 2012.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

VARGAS, María Rosa Suárez; CUDMANI, Leonor. Una estrategia metacognitiva y de autorregulación en la resolución de problemas en Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 26, n. 3, p. 514-532, 2009.

VEENMAN, Marcel V. J.; HAM VAN HOUT-WOLTERS, Bernadette; AFFLERBACH, Peter. Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and learning*, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2006.

VEENMAN, Marcel V. J. Learning to self-monitor and self-regulate. In: MAYER, R. E.; ALEXANDRE, P. A. (Eds.). *Handbook of research on learning and instruction*. New York, NY: Routledge, 2011. p. 197-218.

VIEIRA, Elaine. Representação mental: as dificuldades na atividade cognitiva e metacognitiva na resolução de problemas matemáticos. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 14, n. 2, p. 439-448, 2001.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Trad. José Cipolla Netto et al. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

WILSON, Nance S.; BAI, Haiyan. The relationships and impact of teachers' metacognitive knowledge and pedagogical understandings of metacognition. *Metacognition and Learning*, v. 5, n. 3, p. 269-288, 2010.

YIN, Robert K. *Estudos de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2015.



ZABALZA, Miguel A. *Diários de aula*. Contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores. Porto: Porto Editora, 1994.

ZIMMERMAN, Barry J. et al. A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of educational psychology*, v. 81, n. 3, p. 329-339, 1989.

ZOHAR, Anat. Teachers metacognitive knowledge and the instruction of higher order thinking. *Teaching and Teacher Education*, v. 15, n. 4, p. 413-429, 1999.

\_\_\_\_\_. The nature and development of teachers' metastrategic knowledge in the context of teaching higher order thinking. *The journal of the learning sciences*, v. 15, n. 3, p. 331-377, 2006.

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

## APÊNDICE A - Artigo 1

### Monitoramento e controle metacognitivo na resolução de problemas em física: análise de um estudo comparativo

(Monitoring and control metacognitive in solving problems in physics: analysis of a comparative study) <sup>1</sup>

CLECI T. WERNER DA ROSA<sup>1</sup>, CAROLINE MARIA GHIGGI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Docente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, RS ([cwerner@upf.br](mailto:cwerner@upf.br))

<sup>2</sup> Professora da educação básica no município de Passo Fundo, RS, mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, RS ([caroline.ghiggi@hotmail.com](mailto:caroline.ghiggi@hotmail.com))

**Resumo:** O presente trabalho tem a finalidade de investigar a atividade de resolução de problemas do tipo lápis e papel, em termos da importância de se favorecer aos estudantes momentos de tomada de consciência sobre seus conhecimentos, de estimular a monitoração e de exercer o controle das ações. De forma mais específica, o estudo busca avaliar o desempenho acadêmico dos estudantes do ensino médio em situações de resolução de problemas do tipo lápis e papel, quando guiados por instruções que levam à necessidade de reelaborar o enunciado e ilustrar o problema utilizando os seus conhecimentos prévios. O embasamento teórico encontra-se vinculado à inserção de estratégias de aprendizagem metacognitivas como possibilidade de auxiliar os estudantes na compreensão e solução dos problemas em Física. A investigação, de cunho qualitativo, busca analisar e comparar duas turmas de primeiro ano do ensino médio – sendo uma orientada para recorrer ao pensamento metacognitivo e outra não – quanto aos seus desempenhos acadêmicos, diante de quatro problemas clássicos de cinemática. Os resultados apontam que a proposta didática envolvendo o uso de estratégia de aprendizagem metacognitiva mostra-se mais eficiente em termos de diálogos dos alunos com os problemas apresentados, na busca por solucionar os problemas, e do número de acertos nas questões propostas.

**Palavras-chave:** Resolução de problemas; metacognição; Física, ensino médio.

**Abstract:** The present work aims to investigate the activity of pencil-paper problem solving regarding the importance of providing students with moments of awareness about their knowledge, stimulation of monitoring, and exercise of control over actions. Particularly, the study seeks to assess academic performance of high school students in pencil-paper problem solving situations, guided by instructions that require them to recreate the title and illustrate the problem using their previous knowledge. The theoretical basis is linked to the introduction of metacognitive learning strategies as potential aid for students in understanding and solving Physics problems. The qualitative investigation seeks to analyze and compare two classes of the first year of high school - one class was instructed to use metacognitive thinking and the other one was not - regarding their academic performances faced with four classic kinematics problems. The results indicate that the didactic proposal involving the use of metacognitive learning strategies is more efficient in terms of student dialog with the problems presented aiming to solve them, and the number of right answers in the questions proposed.

**Keywords:** Problem-solving, metacognition, Physics, high school.

---

<sup>1</sup> *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*. Previsão de Publicação v. 10, n. 2, 2017.

## Introdução

Dentre as áreas abordadas nas pesquisas de Ensino de Física, a resolução de problemas destaca-se com um relevante número de estudos (PEDUZZI; ZYLBERSZTAJN; MOREIRA, 1992; COSTA; MOREIRA, 1996; 1997; SOUZA; FÁVERO, 2003; CLEMENT, 2004, CLEMENT; TERRAZAN, 2012; GÓMEZ-FERRAGUD; SANJOSÉ; SOLAZ-PORTOLÉS, 2016). Tal situação é justificada considerando que essa estratégia didática ocupa praticamente todo o programa de ensino da disciplina de Física durante o ensino médio.

Essa ênfase na resolução de problemas está ligada à concepção que a maioria dos professores tem de que, para aprender Física, é necessário resolver problemas, basicamente os do tipo lápis e papel. O excessivo número dessas atividades nos livros didáticos de Física pode ser a raiz de tal concepção, ou, ainda, as exigências das provas de avaliações que os alunos realizam, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e no vestibular, que priorizam esse tipo de estratégia didática.

Todavia, na mesma direção em que é utilizada como atividade majoritária no ensino de Física, a resolução de problemas vem sendo assinalada como uma das causas do fracasso de muitos alunos na aprendizagem dessa componente curricular. De acordo com Costa e Moreira, esta se trata de uma atividade complexa que envolve pensamento, sendo preciso “entendê-la melhor com o objetivo de reverter essa situação” (1996, p. 177).

Dentre as possíveis razões para essa associação infrutífera, está a ideia preestabelecida de que os problemas a serem resolvidos consistem em aplicações diretas de fórmulas, contendo um conjunto de dados muitas vezes descontextualizado e irreal para os estudantes. Em outras palavras, problemas de lápis e papel, frequentemente utilizados no ensino (e na avaliação do ensino), não representam situações reais e vivenciadas pelos alunos, seja em um contexto próximo ou remoto.

Tal panorama tem levado a que os alunos entendam a resolução de problemas como resolução matemática, algébrica, na qual é apresentada uma situação problema, cabendo-lhes extrair os dados e aplicá-los em uma fórmula. Dificilmente os alunos, durante a leitura do problema, analisam a questão apresentada de forma a confrontá-la com a realidade, ou mesmo exercitam seu pensamento associando ao apresentado a possibilidade física da situação. Isso contribui para a inconsistência em dados ou mesmo na resposta, que dificilmente é percebida pelos alunos.

Desse modo, a resolução de problemas de lápis e papel vem sendo objeto de discussão tanto das pesquisas no campo da Psicologia Cognitiva como do Ensino de Física. Aliás, é na Psicologia Cognitiva que os pesquisadores desta última área têm buscado seus aportes

teóricos para subsidiar suas investigações e propostas de melhoria do ensino dessa disciplina, principalmente quando a preocupação está na aprendizagem.

É o caso do presente estudo, cujo embasamento teórico encontra-se vinculado à inserção de estratégias de aprendizagem metacognitivas como possibilidade de auxiliar os estudantes na compreensão e solução dos problemas em Física, por meio da tomada de consciência sobre seus conhecimentos e ações. As estratégias de aprendizagem metacognitivas envolvem “o planejamento, a monitoração e a regulação do próprio pensamento” (ROSA, 2011, p. 82). Portanto, utilizá-las na aprendizagem significa planejar, monitorar e avaliar a ação, o que, neste estudo, é traduzido por monitorar e controlar a ação. O planejamento é entendido como algo que antecede a monitoração e, no caso deste estudo, faz parte da ação do professor ou das instruções dadas pelo material fornecido pelos pesquisadores. A monitoração, por sua vez, representa a capacidade de “controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário” (ROSA, 2011, p. 55). O controle da ação, por sua vez, é definido como sendo a capacidade de avaliar “os resultados atingidos em face do fim visado” (ROSA, 2011, p. 56).

A opção por investigar a capacidade que os estudantes têm de monitorar e controlar suas ações durante a realização de problemas em Física está associada aos seguintes questionamentos, os quais se pretende discutir neste trabalho: a inserção de problemas contextualizados e que levem os alunos a estabelecerem um modelo ilustrativo da situação problema favorece a busca pela sua resolução? O aluno entende e é capaz de fazer uma representação adequada da situação problema apresentada? Pensar nela e representá-la favorece a monitoração e o controle da ação?

Tais questionamentos definem como objetivo do estudo investigar a resolução de problemas em alunos que são instigados a criar representações das situações por meio da tomada de consciência de seus conhecimentos. De forma mais específica, busca-se avaliar o desempenho acadêmico de estudantes do ensino médio em situações de resolução de problemas do tipo lápis e papel, quando guiados por instruções que levam à necessidade de reelaborar o enunciado e ilustrar o problema utilizando os seus conhecimentos prévios.

Em termos da importância do pensamento metacognitivo na aprendizagem, Chin, Glaser e Rees (1982), ao mencionarem a diferença entre alunos considerados novatos e especialistas em Física. Os primeiros são os que demonstram dificuldades para resolver problemas em Física e tradicionalmente apresentam as piores avaliações na disciplina. Os autores destacam que uma das diferenças entre os dois tipos de estudantes está no uso do

pensamento metacognitivo. Os especialistas, que são os que apresentam facilidade na resolução dos problemas em Física, pensam de forma a explorar o controle executivo da ação, o que leva a um pensar antes de fazer.

Tal situação é corroborada por Costa e Moreira ao afirmarem que “os professores devem abordar de forma incisiva, fatores metacognitivos de análise da tarefa” (2006, p. 157). Destaca-se, assim, a necessidade de que as estratégias de aprendizagem metacognitivas se façam presentes e constituam elementos do ideário dos professores em suas atividades didáticas.

Nesse sentido, Coleoni et al. (2001) entendem que os alunos novatos são guiados pelas equações, além de precisarem de metas parciais para concluir as situações problema. Os alunos especialistas, por sua vez, buscam criar uma representação mental da situação física, por já utilizarem os referidos recursos metacognitivos de controle executivo e autorregulador que permitem ter consciência do problema, dos conhecimentos prévios de que dispõem e dos que lhes são requisitados.

Continuam os autores relatando que a resolução de um problema inicia com a leitura e compreensão do enunciado, assim como “o resultado da compreensão de um texto inclui informação adicional a partir do conhecimento do leitor” (COLEONI et al., 2001, p. 287). Portanto, é a partir da tomada de consciência do aluno acerca dos seus conhecimentos prévios e dos conhecimentos necessários para determinada situação problema que ele irá construir uma representação a ela correspondente. Cabe analisar os níveis dessas representações:

O nível superficial corresponde à formulação exata do texto com as mesmas palavras e estrutura sintática do mesmo. Esta é uma representação que sobrevive na memória rapidamente e tem menos interesse para os nossos propósitos. O segundo nível de representação é a base de texto, que consiste essencialmente na representação do sentido do texto na forma de proposições. [...]. As propostas neste nível de representação surgem diretamente do texto. No entanto, em geral, 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 (COLEONI et al., 2001, p. 287, tradução nossa).

Esse terceiro nível de representação desperta um interesse maior, pois, ao utilizar sua base de conhecimentos para construir suas representações mentais, o sujeito estará ancorando as novas informações nas que já estão disponíveis em sua estrutura cognitiva, possibilitando, assim, uma aprendizagem significativa durante a resolução de problemas. Logo, a partir de relações formais do conhecimento físico, ele poderá fazer sua representação do mundo.

Ao ler o enunciado de um problema de física, a capacidade de um sujeito para construir um modelo da situação que representa o evento em situações do cotidiano, ou outro envolvendo relações formais estruturalmente, depende do conjunto de esquemas disponíveis (qualidade e quantidade) e das estratégias de recuperação (COLEONI et al., 2001, p. 287, tradução nossa).

Para estudantes habituados a uma resolução tradicional, tentando apenas “encaixar peças” dentro de uma fórmula, trabalhar com uma estratégia que resgate seus esquemas e estimule suas representações mentais surge como uma possibilidade de melhorar o panorama da resolução de problemas, tão presente no ensino de Física.

### **Revisão de literatura**

A resolução de problemas como estratégia didática é muito utilizada nas áreas das Ciências e de Matemática, resultando em uma numerosa gama de pesquisas, conforme já mencionado. Lester (1985), em seus estudos referentes à resolução de problemas em Matemática, propõe um modelo composto por quatro componentes cognitivas, as quais estão associadas às componentes metacognitivas: orientação (leitura, análise e compreensão do problema); organização (identificação das estratégias e concepção de um plano de resolução); execução (implementação das estratégias e do controle do progresso); e verificação (as que ocorrem com a avaliação das fases anteriores). A aplicação desse modelo remete o estudante à necessidade da tomada de consciência da atividade que está realizando.

Polya (1985), um dos matemáticos mais destacados do século XX, elaborou uma sequência de quatro etapas referentes à resolução de problemas em matemática e que igualmente estão identificadas com a metacognição. São elas: compreender o problema (o primeiro passo é entender o problema, por meio de perguntas como: qual é a incógnita? Quais são os dados? Quais são as condições? É possível satisfazer as condições?); estabelecer um planejamento (encontrar conexões entre os dados e a incógnita. Você conhece um problema semelhante?); planificar a resolução do problema; executar o plano (ao executar, verifique cada passo. Você consegue mostrar que cada um deles está correto?); e revisar a solução (você deve examinar a solução obtida, verificando os resultados e os argumentos utilizados. Você pode obter a solução de algum outro modo? É possível usar o mesmo método na resolução de algum outro problema?). Segundo o autor:

Estas perguntas são exemplos de uma Heurística prática e de bom senso. O professor deve utilizá-las, de início, nos casos onde elas facilmente sugerem a ideia correta ao aluno. Depois ele poderá utilizá-las cada vez mais, tão frequentemente quanto o discernimento e o tato o permitirem (POLYA, 1985, p. 3).

Com o tempo, o estudante poderá usar espontaneamente esse método, dirigindo sua atenção aos pontos essenciais na resolução do problema, de modo a regular sua própria aprendizagem.

No ensino de Química e Física, Leite e Esteves (2005) abordam aspectos relevantes acerca da aprendizagem baseada na resolução de problemas, desde suas concepções epistemológicas até suas aplicações didáticas. No estudo, as autoras investigam a estratégia de ensino baseada em resolução de problemas em uma turma de licenciandos em Física e Química. Como resultado, verificam que grande parte dos estudantes motivou-se com as estratégias e participou com mais envolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Um ponto que chama atenção das pesquisadoras é que a autonomia do sujeito revela-se fundamental. Segundo elas, “quando [os estudantes] são envolvidos em contextos de ensino que rompem com os seus hábitos, necessitam de tempo para se habituarem a aprender a aprender” (LEITE; ESTEVES, 2005, p. 1766). Partindo das reflexões dos participantes da pesquisa, as pesquisadoras concluem que eles tomaram consciência das dificuldades, de seu papel na aprendizagem e das lacunas no conhecimento. Logo, a estratégia teve efeitos metacognitivos.

Nas pesquisas voltadas exclusivamente ao ensino de Física, a resolução de problemas com estratégias metacognitivas também é promissora. Souza e Fávero (2002) centram seu estudo em uma proposta de procedimento para resolução de problema que privilegia trocas verbais entre especialistas e novatos em situação de interação social, a fim de evidenciar regulações cognitivas em relação a um campo conceitual particular. No trabalho que relatam, foi criada uma situação de interação que permite intervir nas operações de regulação, de tal forma que o sujeito pode revisar o processo de produção em um campo conceitual próprio da Física, almejando a reelaboração das ações produzidas na resolução de problemas. O estudo foi conduzido de maneira compatível com a proposta da teoria dos campos conceituais de Vergnaud, utilizando a metacognição como elemento subjacente à situação proposta, ou seja, por sua proximidade com os mecanismos regulatórios. A pesquisa foi desenvolvida com dois alunos em nível de ensino médio que cursam pré-vestibular, por meio de cinco sessões individuais nas quais foram abordadas resoluções de problemas em conteúdo de eletricidade. A análise da interação foi considerada com base na fala dos estudantes durante a resolução de problemas em Física e da sua tomada de consciência frente aos problemas propostos. Segundo as pesquisadoras, a tomada de consciência refere-se tanto a ter consciência da situação de intervenção como do papel de cada sujeito (professor e estudante) na interação social. Além disso, avaliam que ela está vinculada à tomada de consciência do próprio aprendiz em relação à sua cognição no processo de resolução de problema.

Na investigação de Neto e Valente (2001), o foco é a resolução de problemas na disciplina de Física sob uma orientação metacognitiva. Os autores levam em consideração elementos vygotskyanos para orientar a proposta, principalmente no que se refere à zona de desenvolvimento proximal dos estudantes. Eles abordam que o ensino do modo como acontece tradicionalmente não estimula o potencial de desenvolvimento dos alunos, defendendo, então, um ensino que os conscientize acerca do seu conhecimento e que não seja apenas mecanizado. A partir dessas ideias, os autores analisam a eficiência dos sujeitos na resolução de problemas com base em enunciados mais próximos das situações cotidianas, utilizando, também, estratégias metacognitivas. O estudo buscou verificar a potencialidade das atividades no desenvolvimento de experiências metacognitivas (comportamento, hábitos e atitudes) e em que medida elas podem contribuir para uma mudança positiva dos estudantes diante da relação entre a Física e a resolução de seus problemas. O resultado da pesquisa apontou para a viabilidade dessa metodologia. Entretanto, os autores chamam a atenção para outros contingentes que necessitam ser alterados, como os de ordem estrutural e organizacional, e, ainda, para a necessidade de que os professores estejam preparados para esse ensino, destacando que eles é que são os verdadeiros promotores da mudança no ensino.

O estudo de Gómez-Ferragud, Sanjosé e Solaz-Portolés (2016) é mais próximo dos propósitos deste estudo descrevem quatro estudos de natureza empírica. O primeiro voltado à análise das primeiras etapas do processo de transferência, codificação e estabelecimento de analogias. O segundo estudo associado à relação entre a resolução de problemas de forma correta e o uso de analogias. O terceiro estudo voltado a identificar as dificuldades cognitivas dos estudantes durante a resolução de problemas. E no último estudo dirigido ao uso de estratégias metacognitivas de controle da compreensão de um problema resolvido. Como resultado dos estudos, os autores apontam que no primeiro caso investigado, os alunos apresentam dificuldades de percepção e de uso da estrutura dos problemas para sua codificação; no segundo caso, mostram haver dificuldades na resolução de problemas especificamente no caso dos estudantes novatos em situações que não envolvem situações vivencias; no terceiro estudo, os resultados apontaram novamente a dificuldade dos estudantes frente a situações não familiares, mas também evidenciaram que a transferência entre os problemas e o contexto vivencial não é imediata para os alunos necessitando que os professores auxiliem nesse processo; e, por fim, no último estudo, ficou evidenciado o baixo nível de controle da compreensão por parte dos estudantes, sendo destacado pelos autores que sem um controle adequado sobre o que se sabe ou o que não se sabe é difícil aprender a resolver problemas em Física.



Ainda considerando a proximidade com o objeto de estudo procede-se na continuidade uma revisão no conceito de metacognição de modo a fornecer elementos para a compreensão das atividades desenvolvidas e apoiadas nessa perspectiva teórica. Para tanto, toma-se como referência trabalhos anteriores desenvolvidas pela primeira autora deste artigo (ROSA, 2011; 2014).

O papel exercido pelo pensamento metacognitivo na aprendizagem pressupõe 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” (ROSA, 2011, p. 57). Esse entendimento compreende duas componentes: o conhecimento do conhecimento e o controle executivo e autorregulador.

A primeira componente é entendida como o conhecimento metacognitivo e refere-se ao conhecimento, crenças, ideias e teorias sobre como as pessoas são enquanto criaturas cognitivas e sobre suas interações com as diversas tarefas e estratégias cognitivas. Esse conhecimento metacognitivo de acordo com Flavell e Wellman (1977) inclui três subcategorias assim identificadas: conhecimento sobre pessoas, tarefas e estratégias. O conhecimento sobre as pessoas encontra-se vinculado ao conhecimento das variáveis que influenciam a atividade cognitiva do indivíduo, o conhecimento da cognição dos outros e conhecimento da cognição universal das pessoas. O conhecimento de tarefas refere-se à compreensão de como as condições da natureza das tarefas, demandas e objetivos afetam a atividade cognitiva. Por fim, o conhecimento das estratégias se refere ao conhecimento sobre o pensamento, a aprendizagem e as estratégias de resolução de problemas que os estudantes podem usar para atingir as metas.

O controle executivo e autorregulador estão associados de acordo com Rosa (2011; 2014) com a capacidade de planejar, monitorar e regular as ações. O planejamento envolve a definição de objetivos, a seleção de estratégias apropriadas, fazer previsões, estratégia de sequenciamento e alocação de recursos. O monitoramento envolve a consciência imediata da compreensão e do desempenho em determinadas tarefas ou na aprendizagem. Avaliação implica uma avaliação dos produtos e eficiência de sua aprendizagem e pensar, por exemplo, através da autorreflexão e reavaliação ação desenvolvido e se os objetivos foram alcançados.

Do exposto, tem-se que a metacognição, enquanto mecanismo ativador do pensamento, está associada às estratégias de aprendizagem, que, por sua vez, diferenciam-se das de natureza cognitiva. As metacognitivas são responsáveis por auxiliar os estudantes no planejamento, na monitoração e na regulação do próprio pensamento. Elas representam processos mentais que buscam capacitar os estudantes a identificarem seus conhecimentos e

controlarem suas ações, permitindo-lhes realizar tarefas de forma a obterem maior êxito. Pesquisadores como Campanario e Otero (2000) enfatizam que as estratégias de aprendizagem metacognitivas têm sido apontadas como relevantes quando aproximadas do ensino de Física (Ciências), na medida em que podem atuar como mecanismos que detectam falhas de compreensão nos estudantes. Os autores (CAMPANARIO; OTERO, 2000) evidenciam que essa situação permite identificar a razão dessas falhas, levando-os a buscar alternativas de solução. Salientam, ainda, que as dificuldades de aprendizagem podem estar relacionadas a concepções errôneas, cuja identificação, via metacognição, pode ser mais frutífera e proveitosa, pois atua no plano da tomada de consciência, o que favorece seu reconhecimento, abrindo caminho para a construção do novo conhecimento.

### **Metodologia**

Com vistas a responder aos questionamentos iniciais e atingir o objetivo do estudo, desenvolve-se uma pesquisa do tipo qualitativa e descritiva, na qual se busca, por meio da coleta de dados, analisar e descrever um fenômeno. No estudo qualitativo, de acordo com Triviños (1994), os dados são trabalhados de forma a se buscar seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto. Na pesquisa descritiva, segundo Gil (2008), persegue-se a descrição das características de um determinado fenômeno ou experiência.

Os encaminhamentos para a realização da pesquisa ocorreram de modo a responder aos questionamentos iniciais, especialmente em termos de avaliar a capacidade de monitoração e controle dos estudantes mediante uma situação guiada por estratégias metacognitivas, analisando sua eficácia. Dessa forma, o estudo analisou os resultados da aplicação de um teste, contendo quatro questões dissertativas na forma de problemas do tipo lápis e papel, como os tradicionalmente presentes no livro didático. Foram selecionadas duas turmas de primeiro ano, sendo uma com 24 alunos e tida como turma A (TA), na qual não haveria interferência dos pesquisadores, e a outra, com 25 alunos, considerados como turma B (TB), na qual os estudantes seriam orientados sobre como proceder para resolver os problemas propostos.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública do município de Passo Fundo – RS. Cabe esclarecer que as turmas participantes foram consideradas, pela professora titular, como de rendimento acadêmico equivalente. O material foi elaborado com quatro questões de Física estruturadas de forma semelhante às das utilizadas pela professora. Nesse sentido, destaca-se que o material foi elaborado depois de um diálogo entre os pesquisadores e a professora, por

meio do qual foi possível obter informações sobre as turmas, o conteúdo, o livro didático utilizado, bem como sobre a forma como os problemas eram abordados em sala de aula. Com base nesses dados, selecionaram-se quatro situações problema relacionadas à cinemática. As duas turmas envolvidas foram devidamente orientadas sobre como deveriam resolvê-las.

Na turma A, os alunos foram orientados a resolver as questões como estão habituados, entretanto, sem terem acesso a materiais de apoio ou auxílio da professora. O tempo utilizado pelo grupo para realizar a atividade foi de aproximadamente um período de aula (50 minutos). Na turma B, os alunos também não tinham acesso a materiais de apoio ou à professora. Contudo, foram instruídos a utilizar uma estratégia diferente da que estão acostumados. A proposta foi que, antes de iniciar a resolução da situação problema, os alunos deveriam reelaborar o enunciado da questão com uma cena que lhes fosse familiar e, posteriormente, representá-la por meio de um desenho. Somente após esses procedimentos é que deveriam buscar a solução. E, ainda, ao final, deveriam confrontar a resposta encontrada para o problema com o representado no desenho. O tempo para a execução dessa atividade na turma B foi de dois períodos de aula (1 hora e 30 minutos). Vale lembrar que as duas turmas tiveram a oportunidade de realizar os exercícios no mesmo tempo, contudo, a A utilizou apenas 50 minutos e a B 1 hora e 30 minutos.

Os dados coletados com a aplicação das questões nas duas turmas foram classificados e analisados de modo a se proceder a uma comparação entre os dois métodos. Essa comparação levou a uma discussão sobre tais resultados, tendo como referenciais os questionamentos iniciais do estudo.

### Resultados e discussões

A análise dos dados inicia pela apresentação dos resultados pela frequência de resposta. Para isso, são analisadas as resoluções das questões em três situações: não tentou resolver; não resolveu corretamente; e resolveu corretamente. Tais situações são analisadas e apresentadas de forma distinta para cada uma das turmas investigadas, conforme a Tabela 1:

**Tabela 1** - Resultado quantitativo da pesquisa.

Questão	Turma A (TA) – 24 alunos			Turma B (TB) – 25 alunos		
	Não tentou resolver	Não resolveu corretamente	Resolveu corretamente	Não tentou resolver	Não resolveu corretamente	Resolveu corretamente
1	4	20	-	-	13	12
2	4	16	4	-	13	12
3	7	17	-	5	16	4
4	9	10	5	10	8	7

**Fonte:** Dados de pesquisa, 2015.

Analisando os dados apresentados, tem-se que: nas questões 1 e 2, quatro estudantes (aproximadamente 17%) da TA não buscaram resolvê-las, ao contrário dos participantes da TB; na questão 3, o percentual de alunos que não responderam à questão foi de, aproximadamente, 30% na TA e de 20% na TB; por fim, na questão 4, nove alunos da TA e dez da TB não resolveram a questão.

Essa análise demonstra uma participação maior dos alunos da TB, e, mediante o observado durante a aplicação do teste, infere-se que o tempo teve influência determinante nos dados obtidos sobre a questão 4 da referida turma. Ou seja, para a aplicação da atividade, dispunha-se de até dois períodos, o que, para muitos alunos da TB, não foi suficiente, visto que acabaram deixando a quarta questão sem resposta. Já para a TA, houve tempo de sobra.

Em relação ao comparativo entre o desempenho das turmas na resolução das situações problema, pode-se perceber uma diferença significativa. Dentre os sujeitos da TA que tentaram resolver a questão 1 (20 de 24), nenhum conseguiu resolvê-la corretamente; já na TB, para a mesma situação, foram treze alunos, e doze conseguiram chegar à resposta correta. Na questão 2, dos vinte estudantes da TA que tentaram respondê-la, dezesseis não chegaram à solução, enquanto quatro conseguiram; na TB, dos 25 alunos, treze não conseguiram e doze obtiveram sucesso, seguindo o resultado da questão anterior. Dos dezessete estudantes da TA que responderam à questão 3, nenhum conseguiu resolvê-la, enquanto, na TB, dos vinte alunos que tentaram, dezesseis não conseguiram e quatro chegaram à solução. Por fim, na questão 4, dos quinze sujeitos que responderam à questão na TA, cinco acertaram e dez não, já na TB, de quinze alunos, oito não atingiram o resultado correto, enquanto sete encontraram a solução.

Ao analisar os resultados obtidos quanto ao desempenho, há um aumento não só do número de tentativas de resolução, como também do número de acertos nos alunos em que foi aplicada a proposta de reelaboração e desenho das situações problema, o que é significativo em um contexto de aprendizagem. Contudo, observa-se que o tempo é um fator determinante para possibilitar que os alunos pensem e reflitam sobre suas características pessoais e regulem sua ação. Muitas vezes, uma lista imensa de problemas, como os apresentados nos livros didáticos, inibe os alunos para o trabalho com esse tipo de pensamento, pois isso possibilitaria resolver poucos problemas, o que não é bem-vindo para muitos professores de Física.

Outro viés analisado a respeito da aplicação da proposta na TB é em relação à compreensão dos estudantes acerca das situações físicas. Independentemente de acertos ou

erros, o processo de construção registrado pelos estudantes nas folhas de resolução foi significativo e merecedor de uma discussão e reflexão.

Para distinguir o realizado pelos alunos da TA em confronto com os da TB, selecionaram-se imagens das resoluções apresentadas por alguns deles. Estes foram identificados, nas imagens, pela letra “A” seguida de um número quando se refere à TA, e pela letra “B” seguida de um número, quando se trata de aluno da TB. Destaca-se que, por limitações textuais, não é possível apresentar todas as soluções propostas pelos alunos, tendo sido selecionadas as mais expressivas e que possibilitam uma análise em termos do monitoramento e do controle da ação executada pelos alunos, especialmente na TB.

**Questão 1:** Um bloco sob a ação de uma força horizontal  $F_1$ , de módulo igual a 10N, permanece em repouso em função da existência de uma força de atrito. Se uma outra força horizontal  $F_2$ , de módulo igual a 2N e sentido contrário a  $F_1$ , for aplicada ao bloco, a força resultante sobre o mesmo será:



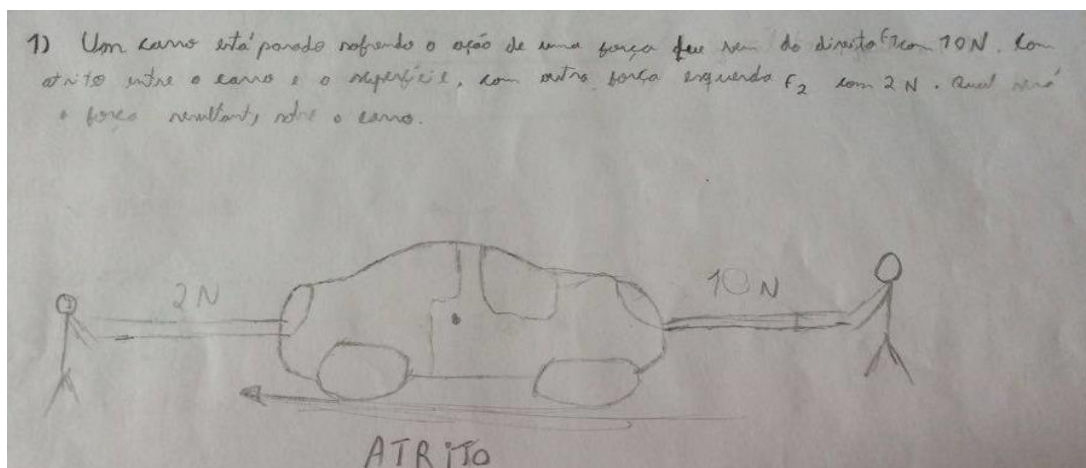
**Figura 1** - Respostas dos alunos A1 e A2 para a questão 1.

**Fonte:** dados de pesquisa, 2015.

Os desenvolvimentos analisados da TA demonstram uma resolução tradicional, ou seja, na qual há prioridade para “encaixar” os dados coletados em alguma fórmula, sem atenção para o significado do enunciado do problema e a situação física em foco. No primeiro caso, o aluno A1 apenas extrai os dados numéricos do exercício; os que o texto traz, como a força de atrito, não são registrados pelo estudante, e ele não segue com o desenvolvimento da questão. De modo semelhante, o aluno A2 extrai os dados numéricos e não faz uma análise do contexto do enunciado da situação problema, procedendo a uma resolução que desconsidera informações importantes.

A falta de compreensão da situação física é evidenciada, também, pela falta de unidades, demonstrando, mais uma vez, que nesse caso o importante para o estudante era o resultado numérico.

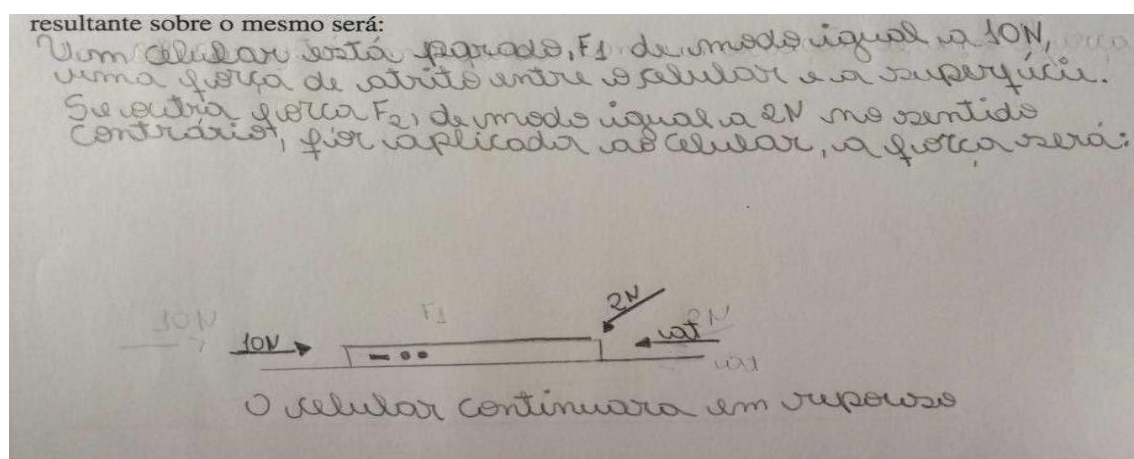
## Aluno B1



**Figura 2** - Respostas do aluno B1 para a questão 1.

Fonte: dados de pesquisa, 2015.

## Aluno B2



**Figura 3** - Respostas do aluno B2 para a questão 1.

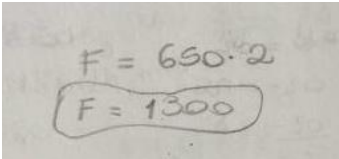

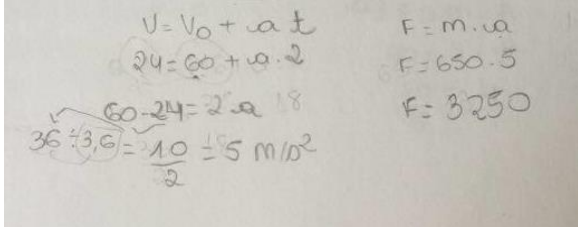
Fonte: dados de pesquisa, 2015.

As resoluções apresentadas pelos alunos da TB demonstram ser mais significativas que as apresentadas pela TA. Nas resoluções executadas pelos alunos B1 e B2, pode-se perceber uma diferença interessante a ser considerada pelos professores na hora de avaliarem o que o aluno sabe e o que é merecedor de ênfase. No caso do aluno B1, ele não chega a uma resposta final para a questão, contudo, faz uma representação da situação física descrita no enunciado por meio de uma cena que lhe é familiar. Isso se torna válido na medida em que o sujeito estará em contato por mais tempo com a atividade para pensar sobre ela e dar-se conta dos conhecimentos de que dispõe para resolvê-la, bem como de quais precisa aprender. No desenvolvimento do aluno B2, também é possível observar que há um envolvimento maior

com a situação, pois ele utiliza um objeto corriqueiro para recriá-la e a desenvolve demonstrando que compreendeu o proposto no enunciado.

Esse contato mais reflexivo com a situação auxilia no desenvolvimento de habilidades metacognitivas relacionadas ao monitoramento e ao controle, pois incentiva o aluno a sair de um nível superficial de compreensão do texto para um nível superior de representação, usando a sua base de conhecimentos. Constata-se, assim, que esta influencia na escolha dos elementos que farão parte de sua nova versão do enunciado e na coerência das unidades com as situações físicas.

**Questão 2:** Um móvel de 650 Kg de massa desloca-se retilineamente com uma velocidade de 24 Km/h. O movimento é acelerado por 2s, e a velocidade se altera para 60 Km/h. Qual a resultante das forças que atuam no móvel nesse período?

Aluno A3	Aluno A4
	
Aluno A5	
	

**Figura 4** - Respostas dos alunos A3, A4 e A5 para a questão 2.

Fonte: dados de pesquisa, 2015.

Novamente, as resoluções da TA demonstram uma ênfase nos dados numéricos, sem que o sujeito reflita sobre a situação que está sendo descrita. No desenvolvimento do aluno A3, pode-se perceber que ele apenas seleciona dois dados da situação e os encaixa na fórmula do que estava sendo requisitado no problema (força). Portanto, o estudante ignora os outros elementos que a situação traz (velocidades), demonstrando que o objetivo é apenas calcular, sem questionar-se sobre o que está acontecendo fisicamente, ou refletir sobre o próprio enunciado da questão.

Ao analisar o desenvolvimento do aluno A4, pode-se observar que ele faz a troca de 2 segundos por  $2\text{m/s}^2$ , evidenciando uma dificuldade na interpretação das informações da situação física. Na resolução dos alunos A3 e A5, nota-se a falta de preocupação em colocar a unidade de medida, o que indica que o elemento principal é o cálculo, em detrimento à situação física descrita.

Dentre as três resoluções, a do aluno A5 apresenta resposta correta apesar de haver confusões nos dados coletados. O aluno troca o valor da velocidade inicial apresentada no enunciado com o valor da velocidade final e ao final procede a uma inversão de sinal arbitrário que acaba resultando no valor desejado para a aceleração. Mesmo que esse resultado seja o esperado e somente com base nessas informações, não há possibilidade de se realizar inferências acerca das representações que o sujeito faz da situação problema, pois ele pode ter simplesmente decorado o procedimento para a resolução desse tipo de questão. Diante disso, podem ser analisados apenas elementos relacionados ao monitoramento e à autorregulação da aprendizagem, como é o caso da falta da unidade de referência.

Aluno B3

Um carro de 650 kg de massa sai de um lugar com uma velocidade de 24 km/h. O movimento é acelerado por 2 s, e a velocidade muda para 60 km/h. Que forças atuam no carro nesse período?

24 km/h = 6,66 m/s  
60 km/h = 16,66 m/s

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$16,66 = 6,66 + a \cdot 2$$

$$10 = a \cdot 2$$

$$\frac{10}{2} = a$$

$$a = 5$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = 650 \cdot 5$$

$$F = 3.250 \text{ N}$$

Figura 5 - Respostas do aluno B3 para a questão 2.

Fonte: dados de pesquisa, 2015.

Aluno B4

Um elefante de 650 kg de massa sai andando reto com uma velocidade de 24 km/h. Acelerando em 2 s, ele aumenta a velocidade para 60 km/h. Que força ele se desloca nesse período?

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$16,66 = 6,66 + a \cdot 2$$

$$10 = a \cdot 2$$

$$\frac{10}{2} = a$$

$$a = 5$$

$$F = m \cdot a$$

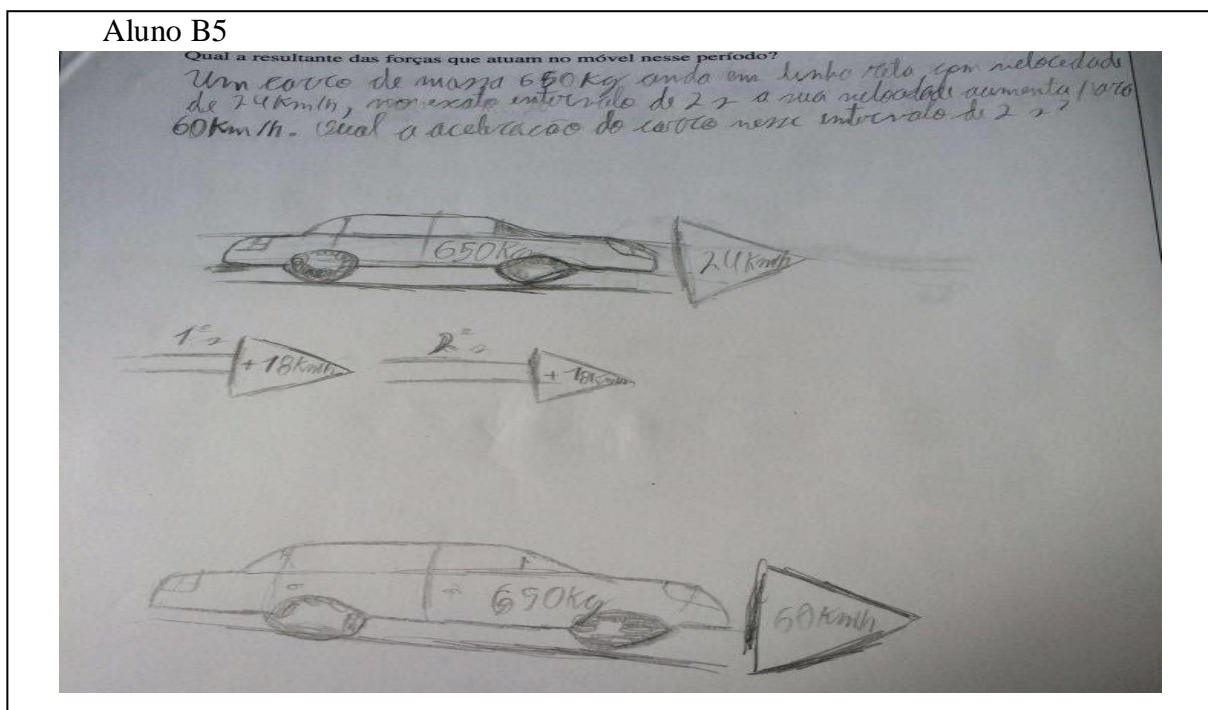
$$F = 650 \cdot 5$$

$$F = 3.250 \text{ N}$$

Figura 6 - Respostas do aluno B4 para a questão 2.

Fonte: dados de pesquisa, 2015.





**Figura 7** - Respostas do aluno B5 para a questão 2.

Fonte: dados de pesquisa, 2015.

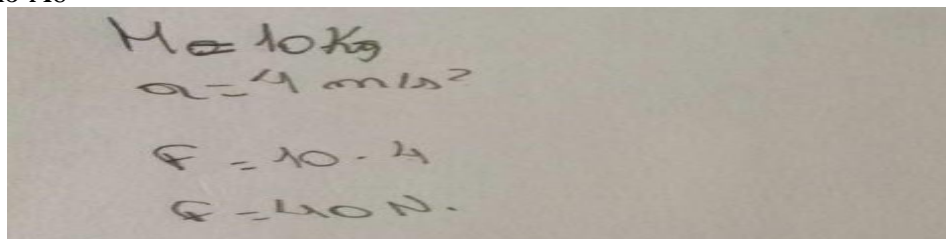
Nas resoluções dos alunos B3 e B4, observa-se que a primeira situação apresenta-se como mais coerente. Contudo, a do aluno B4 denota uma preocupação maior em termos de escolher um móvel com a massa próxima à especificada no problema e que possa atingir a velocidade apresentada. Acredita-se que essa discrepância entre as situações representadas pelos alunos relaciona-se às experiências cotidianas – por exemplo, um carro faz parte da sua vivência, enquanto um elefante correndo está mais distante de suas experiências diárias.

O aluno B5, por sua vez, não consegue chegar à resposta final da situação problema. Todavia, ao analisar a representação, percebem-se os elementos que ele compreende, por exemplo, a aceleração. Essa estratégia pode dar subsídios aos professores quanto à identificação do conhecimento dos estudantes, pois, em vez de apenas deixar em branco, por não saber resolver a situação problema, o aluno faz a representação com base no que aprendeu, oportunizando que o professor explore as lacunas que ele apresenta.

Nas três situações, observa-se coerência das unidades de medida utilizadas para cada grandeza. Pressupõe-se, com isso, que essa diferença observada entre as resoluções da TA e da TB deve-se à possibilidade de tomar consciência do significado dessas unidades para então atribuí-las às grandezas físicas e da capacidade de monitorar os processos a partir das representações dos estudantes.

**Questão 3:** Duas forças de mesma direção, mas de sentidos opostos, atuam sobre um corpo de massa 10 Kg, imprimindo-lhe uma aceleração de 4 m/s<sup>2</sup>. Se uma das forças tem módulo 20N, qual é o módulo da outra?

Aluno A6

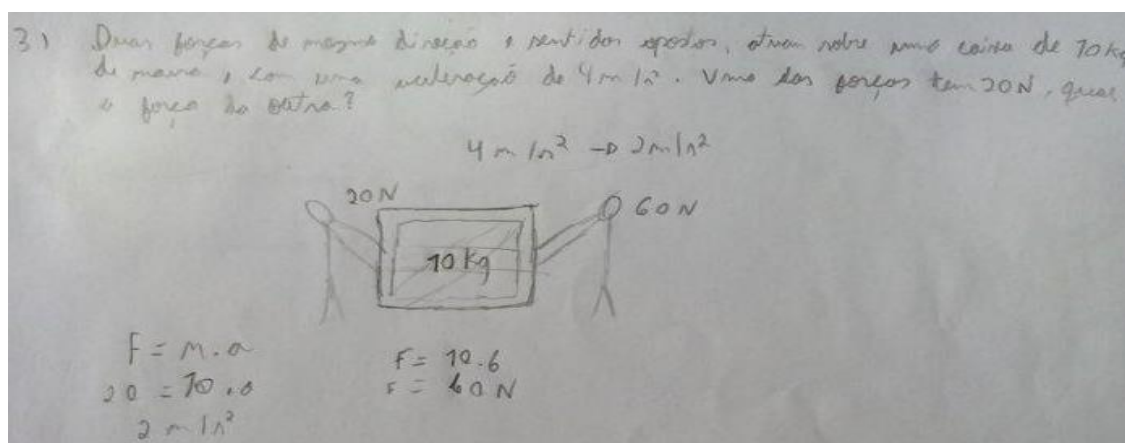


$M = 10 \text{ kg}$   
 $a = 4 \text{ m/s}^2$   
 $F = 10 \cdot 4$   
 $F = 40 \text{ N.}$

**Figura 8** - Respostas do aluno A6 para a questão 3.  
**Fonte:** dados de pesquisa, 2015.

Na resolução apresentada pelo aluno A6, constatam-se elementos semelhantes aos observados nas análises das primeiras questões. Vale lembrar, porém, que nessa questão nenhum estudante da TA chega à resposta correta. O exemplo de resposta ilustrado anteriormente revela o modo pelo qual os alunos tentam resolver a questão. O apresentado por A6 leva em conta apenas algumas informações da situação problema, desconsiderando dados implícitos na interpretação do enunciado e, também, dados numéricos, demonstrando novamente a ênfase dos estudantes em resolverem uma fórmula depreciando outros pontos relevantes da questão.

Aluno B6



3) Duas forças de mesma direção e sentidos opostos, atuam sobre uma caixa de 10 kg de massa, com uma aceleração de 4 m/s<sup>2</sup>. Uma das forças tem 20N, qual a força da outra?  
 $4 \text{ m/s}^2 \rightarrow 2 \text{ m/s}^2$   
 $20 \text{ N}$        $60 \text{ N}$   
 $10 \text{ kg}$   
 $F = m \cdot a$   
 $20 = 10 \cdot a$   
 $2 = 1 \cdot a$   
 $a = 2$   
 $F = 10 \cdot 6$   
 $F = 60 \text{ N}$

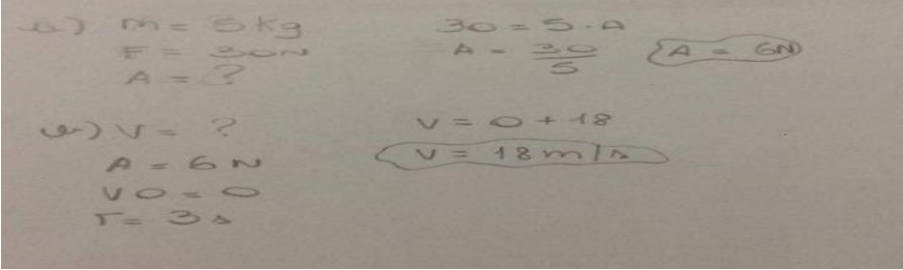
**Figura 9** - Respostas do aluno B6 para a questão 3.  
**Fonte:** dados de pesquisa, 2015.

Constata-se, pelo apresentado, que o aluno B6 consegue resolver a situação problema. Acredita-se que a reconstrução da situação e o desenho tenham contribuído para isso,

possibilitando uma leitura mais atenta e o acionamento de esquemas mentais relacionados a esse conhecimento específico.

**Questão 4:** A partir do instante  $t=0$ , um corpo de  $5\text{Kg}$ , inicialmente em repouso, fica sujeito a uma força resultante constante de módulo  $30\text{N}$ . a) Qual é o módulo de aceleração adquirida pelo corpo? b) Qual é a velocidade escalar do corpo no instante  $t=3\text{s}$ ?

Aluno A7



a)  $m = 5\text{kg}$   
 $F = 30\text{N}$   
 $A = ?$   
 $30 = 5 \cdot A$   
 $A = \frac{30}{5}$   $A = 6\text{N}$

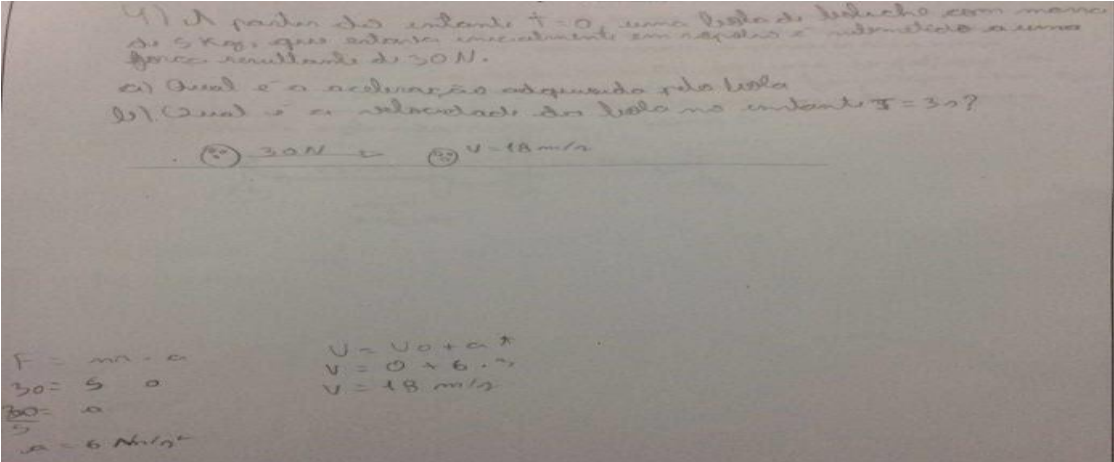
b)  $v = ?$   
 $A = 6\text{N}$   
 $v_0 = 0$   
 $t = 3\text{s}$   
 $v = 0 + 18$   
 $v = 18\text{m/s}$

**Figura 10** - Respostas do aluno A7 para a questão 4.

**Fonte:** dados de pesquisa, 2015.

As resoluções da questão 4 mostram, mais uma vez, os aspectos analisados nas anteriores. Nessa questão, um número próximo de alunos chega às respostas corretas, entretanto, ao verificar o desenvolvimento das questões, nota-se que, embora os estudantes da turma A realizem os procedimentos de cálculo corretos, a situação física não recebe a sua atenção. Como exemplo, cita-se a resolução do aluno A7, que encontra o valor numérico correto para o cálculo de aceleração, mas utiliza unidade de força. Nesses casos, observa-se a falta de avaliação dos alunos acerca de suas próprias ações, bem como a carência de uma reflexão sobre o que é proposto em relação às grandezas envolvidas na questão.

Aluno B7



4) A partir do instante  $t=0$ , uma bola de futebol com massa de  $5\text{kg}$ , que estava inicialmente em repouso e submetida a uma força resultante de  $30\text{N}$ .

a) Qual é a aceleração adquirida pela bola?  
 b) Qual é a velocidade da bola no instante  $t=3\text{s}$ ?

Ⓐ  $30\text{N}$     Ⓑ  $v = 18\text{m/s}$

$F = m \cdot a$   
 $30 = 5 \cdot a$   
 $\frac{30}{5} = a$   
 $a = 6\text{m/s}^2$

$v = v_0 + a \cdot t$   
 $v = 0 + 6 \cdot 3$   
 $v = 18\text{m/s}$

**Figura 11** - Respostas do aluno B7 para a questão 4.

**Fonte:** dados de pesquisa, 2015.

Na resolução do aluno B7, percebe-se que ele busca aproximar, em sua reelaboração do enunciado, uma equivalência com as grandezas físicas que a situação traz. Nesse sentido, demonstra ter resgatado o seu conhecimento acerca dos conceitos de massa, aceleração, força e velocidade para garantir coerência ao que propõe.

### **Considerações finais**

Uma vez que um dos fatores apontados como responsáveis pelo fracasso da utilização de resolução de problemas nas aulas de Física está na dificuldade dos estudantes em compreenderem os enunciados, devido à distância entre estes e as suas experiências (GÓMEZ-FERRAGUD; SANJOSÉ; SOLAZ-PORTOLÉS, 2016), a estratégia utilizada mostra-se promissora para auxiliá-los. A proposta possibilita uma aproximação das situações problema à vivência cotidiana dos estudantes, pois, ao reelaborá-las, é necessário fazer um resgate de conhecimentos prévios e analisar qual deles se enquadra no solicitado pelo exercício.

Ao provocar a tomada de consciência dos conhecimentos relacionados à situação física, por meio do pensamento e da reflexão sobre o apresentado, a proposta fornece indícios de que o monitoramento e a supervisão dos próprios conhecimentos são capazes de auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos. Em outras palavras, o fato de levar os estudantes a pensar a situação física e aproximá-la da vivência, favorece a regulação de sua própria aprendizagem. Tal fato encontra suporte no mencionado por Rosa (2011) a qual, conforme mencionado na introdução do estudo, atribui a monitoração a capacidade de controlar a ação a ser executada de modo a verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, de modo a alterar o percurso se necessário.

A reelaboração do enunciado estimula a evocação do pensamento metacognitivo, e o desenho permite ao aluno expor suas representações mentais e, ao mesmo tempo, melhor elaborá-la mediante a tomada de consciência do seu conhecimento implicado naquela situação problema. Esse exercício de reelaborar e representar mentalmente a situação apresentada é uma tarefa difícil especialmente para os alunos com dificuldade de aprendizagem em Física (COLEONI et al., 2001) e, portanto, exercitá-la com os alunos passa a ser uma tarefa que poderá render êxito na aprendizagem.

Relacionando a estratégia adotada neste estudo com os níveis de compreensão propostos por esses autores, a proposta demonstra atingir um terceiro nível de compreensão, ou seja, o nível de conhecimentos necessário para construir as representações mentais. Nesse nível o sujeito estará ancorando as novas informações nas que já estão disponíveis em sua

estrutura cognitiva, possibilitando, assim, uma aprendizagem significativa durante a resolução de problemas, conforme mencionado na introdução deste estudo. Afinal, o sujeito precisa entender o enunciado e ir além da estrutura sintática do texto, pois necessita associar elementos de esquemas já existentes na sua estrutura cognitiva para reelaborar a situação.

As situações problema do tipo lápis e papel são tipicamente trabalhadas nas aulas de Física, e a possibilidade de reelaborá-las permite que os alunos deem significado às informações genéricas que geralmente esse modelo traz. É importante considerar, também, que a aplicação dessa estratégia não exige que os professores mudem radicalmente sua prática, facilitando a sua inserção no cotidiano escolar, agregada à possibilidade do desenvolvimento de um pensamento metacognitivo.

## Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 1998.

CAMPANARIO, Juan Miguel; OTERO, José C. 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**, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

CHI, Michelene T.; GLASER, Robert; REES, Ernest. Expertise in problem solving. In: STERNBERG, Robert J. (Ed.). **Advances in the psychology of human intelligence**. v. 1. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1982.

CLEMENT, Luiz. **Resolução de problemas e o ensino de procedimentos e atitudes em aulas de Física**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

\_\_\_\_\_; TERRAZAN, Eduardo A. Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 98-116, 2012.

COLEONI, Enrique A. et al. La construcción de la representación en la resolución de un problema de física. **Investigaciones em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 3, p. 285-298, 2001.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral; MOREIRA, Marco A. Resolução de problemas I: diferença entre novatos e especialistas. **Investigaciones em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 153-184, 1996.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problema. **Investigaciones em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 176-192, 1997.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Atualização da pesquisa em resolução de problemas: informações relevantes para o ensino de Física. In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA, 1, 2005. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 2006.

FLAVELL, John Hurley; WELLMAN, Henry M. Metamemory. In: KAIL, Robert V.; HAGEN, John W. (Eds.). **Perspectives on the development of memory and cognition**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977. p. 3-33.

FONSECA, V. **Introdução às dificuldades de aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÓMEZ-FERRAGUD, Carlos; SANJOSÉ, Vicente; SOLAZ-PORTOLÉ, Joan Josep. Estudios sobre comprensión y control de la comprensión en resolución de problemas académicos. **Revista Enseñanza de la Física**, v. 28, n. 1, 2016.

LEITE, Laurinda; ESTEVES, Esmeralda. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de Física e Química. In: CONGRESSO GALAICO PORTUGUÊS PSICOPEDAGOGIA, 7, 2005. Minho. **Anais...** Universidade do Minho. Instituto de Educação e Psicologia. Centro de Investigação em Educação, 2005, p. 1751-1768. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/5537>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LESTER, F. K. Considerações sobre a resolução de problemas em matemática. **Boletim de Educação Matemática**, v. 4, 1985.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

NETO, António J.; VALENTE, María Odete. Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 21-30, 2001.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; ZYLBERSZTAJN, Arden; MOREIRA, Marco Antonio. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 14, n. 4, p. 239-246, 1992.

POLYA, George. O ensino por meio de problemas. **Revista do Professor de Matemática**, v. 7, p. 11-16, 1985.

ROSA, Cleci Teresinha Werner. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

\_\_\_\_\_. **Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação**. Editora UPF: Passo Fundo, 2014.

SOUSA, Célia Maria Soares G.; FÁVERO, Maria Helena. Um estudo sobre resolução de problemas de física em situação de interlocução entre um especialista e um novato. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002. **Atas...** Sociedade Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, 2002.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Concepções de professores de física sobre resolução de problemas e o ensino da Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 58-69, 2003.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

VIEIRA, Elaine. Representação mental: as dificuldades na atividade cognitiva e metacognitiva na resolução de problemas matemáticos. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 14, n. 2, p. 439-448, 2001.

**APÊNDICE B - Termo de autorização do curso de Física - UPF****OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA**

Por este instrumento, o Curso de Física-L da Universidade de Passo Fundo, autoriza a mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, Caroline Maria Ghiggi, conjuntamente com sua orientadora professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa a desenvolver a pesquisa intitulada “Resolução de problemas guiado por estratégias metacognitivas: estudo de uma proposta didática com professores de Física em formação inicial”. A pesquisa refere-se a aplicação de uma proposta didática na forma de uma oficina com alunos dos diferentes níveis do curso e em turno extraclasse. Os dados a serem coletados vinculam-se a registros da pesquisadora em um em um diários de bordo e a gravação em áudio de entrevistas com os alunos. Todo material será transcrito e analisado mantendo-se o anonimato dos sujeitos envolvidos.

Passo Fundo, 6 de março de 2017.

Dr. Luiz Marcelo Darroz  
Coordenador do Curso de Física - L



**APÊNDICE C - Curso de extensão****Metacognição: um apoio à resolução de problemas em Física****P024 - Abertura de Cursos de Extensão - NOVO v.2****Dados do requisitante: CLECI TERESINHA WERNER DA ROSA****cwerner@upf.br****Formulário Curso de Extensão**

Restaurar Dados do Curso Anterior?: NÃO

Código do Processo Anterior

Título do Curso: **Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física**

Tipo de Tramitação: NORMAL

Vinculação: EVENTO ISOLADO

Centro/Núcleo:

Nome do Programa / Projeto que o curso está vinculado

Área Temática Principal: EDUCAÇÃO

Área Temática Complementar: EDUCAÇÃO

Linha de Extensão: Metodologias e estratégias de ensino/aprendizagem

Unidade: INSTITUTO DE CIENCIAS EXATAS GEOCIENCIAS

Parceria/Convênio/Patrocínio:

Nome do Coordenador do Curso: CLECI TERESINHA WERNER DA ROSA

Telefone do Coordenador do Curso: (54) 99945-2490

Email do Coordenador do Curso: cwerner@upf.br

Data de Reunião do Colegiado: 03/03/2017

**Justificativa:** Justifica-se a presente proposta de atividade extensionista como oportunidade de contribuir para qualificar o processo de aprendizagem em Física, ofertando aos estudantes da licenciatura em Física, alternativas para amenizar as dificuldades apresentadas por eles na resolução de problemas, especialmente os do tipo lápis e papel. Frente a essa problemática que é uma realidade que assola o ensino de Física nos diferentes graus de ensino, está sendo desenvolvida no PPGECEM uma proposta didática envolvendo o uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas para auxiliar os estudantes na resolução de problemas de Física. O foco do produto educacional em estudo é desenvolver alternativas didáticas apoiadas na evocação do pensamento metacognitivo. Para sua aplicação em situação real de sala de aula, projeta-se a presente oficina pedagógica, oportunizando aos acadêmicos do curso de Física conhecer e se beneficiar dessa abordagem metodológica. De acordo com Monereo, Pozo e Castelló (2001) se um professor desejar que seus alunos recorram as estratégias de aprendizagem metacognitiva é preciso que ele também as utilize em seu processo de aprendizagem, somente assim ele constituirá parte do processo de ensino desse professor.

Dessa forma, busca-se que ao mesmo tempo em que o acadêmico poderá lograr êxito em sua aprendizagem e ele conhecerá a forma como poderá utilizá-la no ensino de Física. Nesse contexto, a oficina proposta na forma de curso de extensão para os acadêmicos do curso de Física-L, está vinculada a aplicação do produto educacional em desenvolvido no PPGECM pela mestranda Caroline Ghiggi, sob orientação da professora Cleci T. Werner da Rosa e vincula-se ao projeto Metacognição na Educação Científica.

**Objetivos:** Abordar o uso da metacognição como alternativa para qualificar o processo de ensino e de aprendizagem no campo da resolução de problemas em Física. De forma mais específica, objetiva-se realizar um curso na forma de oficina pedagógica para explorar a temática com alunos do curso de Física da UPF - futuros professores.

**Metodologia:** A oficina/atividade está estruturada em quatro encontros de quatro horas cada que somado as atividades extraclasse perfazem um total de 20h.

**Programação:** Encontro 1 (27/04/2016) - Iceg - 14h às 17h30: Apresentação da proposta de estudo; aplicação do teste para identificação do uso do pensamento metacognitivo em situações cotidianas; discussão dos fundamentos teóricos da metacognição e do uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas; e, atividades envolvendo estratégias metacognitivas.

Atividade extraclasse (04/05/2016): leitura e preparação dos textos para o próximo encontro.

Encontro 2 (11/05/2016) - Iceg - 14h às 17h30 : Aplicação e discussões das propostas didáticas 1 e 2 elaboradas para o estudo ( uso de prompts orientativo e reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema); realização de exercícios para aplicação das propostas.

Encontro 3 (18/05/2016) - Iceg - 14h às 17h30: Aplicação e discussões das propostas didáticas 3 e 4 elaboradas para o estudo (explicação da situação-problema ao colega e resolução de problemas com elaboração de predições); realização de exercícios para aplicação das propostas.

Encontro 4 (25/05/2016) - Iceg - 14h às 17h30: Discussões referentes aos problemas resolvidos e as escolhas feitas em cada um dos problemas; síntese final das atividades e avaliação.

**Regras e Valores das Inscrições:** Não haverá pagamento de hora para professor, nem gasto com material. O pagamento deverá ser o valor do certificado.

Período de Inscrição - Data de Início: 10/04/2017

Período de Inscrição - Data de Término: 26/04/2017

Período de Realização - Data De Início: 27/04/2017

Período de Realização - Data de Término: 25/05/2017

Horário de Realização: 14h às 17h30

Dias da Semana: QUINTA-FEIRA

Local de Realização: ICEG

Carga Horária: 20h

Forma de Presença: PRESENCIAL

Finalidade: ATUALIZAÇÃO

Vagas/Público Estimado: 20

Público Alvo: Acadêmicos do Curso de Física

Âmbito: LOCAL

Controle de Frequência pela Divisão de Extensão: A frequência será feita por lista de presença em cada encontro e o certificado será expedido para os participantes que obtiverem 75% de presença.

Certificados: PADRÃO DIVISÃO DE EXTENSÃO

Dados que Deverão Constar no Verso do Certificado

Coordenadora: Professora Dra. Cleci T. Werner da Rosa

Ministrante: Caroline Maria Ghiggi

Conteúdo: Construtos teóricos da metacognição (conceito, componentes e elementos); aproximações na psicologia cognitiva; estratégias de aprendizagem metacognitiva; metacognição como potencializador da aprendizagem em Física; ferramentas didáticas metacognitivas; propostas de resolução de problemas em Física a partir do uso de estratégias metacognitivas.

Avaliação: A avaliação do desenvolvimento das ações trabalhadas será feita através da presença, participação e envolvimento nas atividades propostas.

## Bibliografia

COLEONI, Enrique A. La construcción de la representación en la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 3, p. 285-298, 2001.

\_\_\_\_\_; BUTELER, Laura. Recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 371-383, 2016.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre. v. 2, n. 3, set./dez. 1997. p. 153-184.

CAMPANARIO, Juan Miguel. El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para o profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 3, p. 369-380, 2000.

\_\_\_\_\_; OTERO, José, C. 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*, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

COUCEIRO FIGUEIRA, Ana Paula. Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de Educación*, Portugal, 2003.

MONEREO, Carles; POZO, Juan Ignacio; CASTELLÓ, Montserrat. La enseñanza de estrategias de aprendizaje en el contexto escolar. *Psicología de la educación escolar*, p. 235-258, 2001.

NETO, António J.; VALENTE, Maria Odete. Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de física: una propuesta para a su superación da raiz vygotskiana. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n. 2, p. 21-30, 2001.

ROSA, Cleci T. Werner da. A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

\_\_\_\_\_. Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação. Passo Fundo: UPF Editora, 2014

SOUSA, Célia Maria S. G.; FÁVERO, Maria. Helena. Um estudo sobre resolução de problemas de Física em situação de interlocução entre um especialista e um novato. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, Águas de Lindóia. *Atas...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002.

Inscrições Geradas:

Inscrições Confirmadas (Pagas):

Inscrições Pendentes:

## APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Resolução de problemas guiado por estratégias metacognitivas: estudo de uma proposta didática com professores de Física em formação inicial” de responsabilidade das pesquisadoras Caroline Maria Ghiggi e da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Física nos diferentes níveis de escolarização, inclusive nos cursos de formação de professores. O objetivo do trabalho é desenvolver um estudo referente a associação do uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas na resolução de problemas em Física, avaliando o desempenho e a aceitação por parte de futuros professores de Física. A atividade será desenvolvida na forma de oficina em turno extraclasse e envolve registros por parte da pesquisadora referente a andamento das aulas e entrevistas com os participantes, tudo realizado nas dependências da universidade.

Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação.

Caso você tenha dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE ou, e caso se considerem-se prejudicados na sua dignidade e autonomia, vocês podem entrar em contato com a pesquisadora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa pelo telefone (54) 3316-8350, ou com a coordenação do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316 8363. Podem, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF, pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 08h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e outra com as pesquisadoras.

Passo Fundo, \_\_\_\_\_ de abril de 2017.


Nome do participante: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisadoras: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

## APÊNDICE E - Slides utilizados no primeiro encontro



**UPF**  
Universidade  
de Passo Fundo


**ppgECM**  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Ciências Exatas e Geociências - ICEG

# Curso de Extensão – Oficina Pedagógica

## Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física

**Caroline Maria Ghiggi**  
**Cleci Werner da Rosa, orientadora.**

---



## Estrutura do curso

Encontro / Data	Horas-aula	Atividade
1 27/04/2017	4	Apresentação da proposta de estudo e assinatura do termo de consentimento. Discussão dos fundamentos teóricos da metacognição e do uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas. Atividade de leitura envolvendo estratégia metacognitiva. Indicação de leitura para o próximo encontro.
2 11/05/2017	4	Aplicação e discussões de duas propostas didáticas elaboradas para o estudo. <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de prompts orientativo.</li> <li>Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema.</li> </ul>
3 18/05/2017	4	Aplicação e discussões das outras duas propostas didáticas elaboradas para o estudo. <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicação da situação-problema a um colega.</li> <li>Resolução de problemas com predições.</li> </ul> Encaminhamento de problemas como atividade a ser realizada para o próximo encontro.
4 25/05/2017	4	Discussões referentes aos problemas resolvidos e as escolhas feitas em cada um dos problemas. Síntese final das atividades Entrevista com os alunos.

## O QUE É METACOGNIÇÃO?



Meta, do grego: “o que acompanha”, “o que vem após” e “o que está além de”.

Metacognição refere-se ao que acompanha, é posterior ou está além da cognição (GONZÁLEZ, 1996)

## O QUE É METACOGNIÇÃO?

- O viés adotado nesse trabalho e que se situa mais próximo dos estudos envolvendo a educação científica, conforme elucidado por Rosa (2011), tem como referência os estudos de Flavell e colaboradores (1976; 1977; 1979) e de Ann Brown (1981).



**Conhecimento sobre o próprio conhecimento, ou seja, a tomada de consciência sobre a própria cognição.**

## O QUE É METACOGNIÇÃO?

Análise dos processos utilizados para:

Conhecer

Aprender

Resolver situações-problema

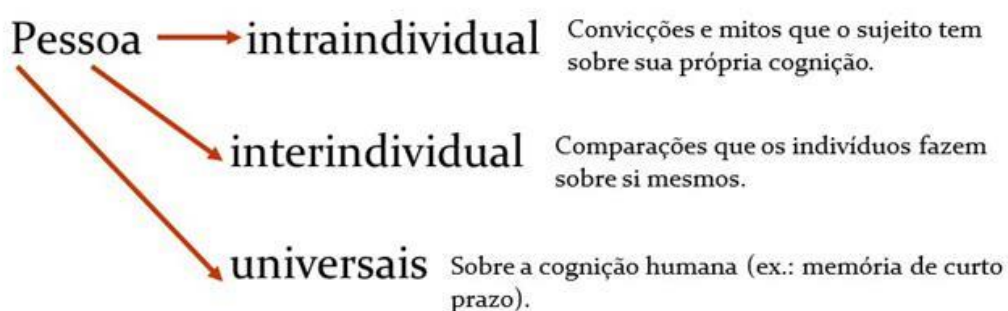
Capacidade de se autorregular





## Conhecimento do conhecimento

“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” (ROSA, 2014, p. 21)



## Conhecimento do conhecimento

### Tarefa



Relaciona-se à extensão, à abrangência de suas solicitações e ao nível de exigência, bem como características que a definem como mais fácil ou mais difícil e também a estrutura do material envolvido.

### Estratégias

Capacidade do estudante em reconhecê-las para cada tipo de objetivo, envolvendo seu conhecimento sobre as estratégias disponíveis e como usá-las de acordo com a sua finalidade.

## Controle executivo e autorregulador

Tal dimensão consiste na capacidade do sujeito para refletir e agir sobre sua cognição.

**Planificação** - Planejamento das estratégias para a realização de uma tarefa (grau de exigência e objetivo).

**Monitoração** - Verificar e controlar sua ação a fim de alcançar seus objetivos.

**Avaliação** - capacidade do sujeito de analisar a coerência do resultado obtido com o objetivo.



## Metacognição como estratégia de aprendizagem

Monereo e Castelló (1997), representam a tomada de decisões conscientes e intencionais para um objetivo de aprendizagem específico, empregando os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais que julgar necessário.

- Ensino de estratégias de aprendizagem ao mesmo tempo que se ensinam conteúdos específicos das disciplinas.



## Metacognição como estratégia de aprendizagem

Na **estratégia cognitiva**, seu papel é alcançar o **objetivo cognitivo** almejado, já a **metacognitiva** avaliará se a estratégia cognitiva utilizada está correta em função da **avaliação do seu progresso**.

Retirada dos dados matemáticos presentes na questão, escolha de fórmulas que possuem as variáveis relacionadas às grandezas presentes na questão.

Retomada das experiências com uma atividade semelhante ou o modo como o professor resolveu esse tipo de questão.

## Metacognição como estratégia de aprendizagem

Ao fazer o uso de estratégias metacognitivas o estudante estará acionando 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)

## Atividade de leitura

Leitura sugerida

Promoviendo la autorregulación em la resolución de problemas de Física.



HINOJOSA, J., SANMARTI, N. Promoviendo la autorregulación em la resolución de problemas de Física. *Ciência e Educação*. Bauru, v.22, n. 1, 2016, p. 7-22.

## Atividade de leitura

Estratégia “Author’s Intended Message” (AIM).

Proposta por Jacobowitz (1990, apud KOPCKE 1997).



Ela que consiste na construção ativa do sentido do texto pelo leitor, sendo norteadas por três momentos: pré, durante e pós leitura – momentos que podem ser associados as três etapas da autorregulação: planificação, monitoração e avaliação.

## Atividade de leitura



Apresentação do guia orientativo e ficha de registro.

## APÊNDICE F - Guia orientativo e ficha de registro para atividade metacognitiva de leitura



### Curso de Extensão – Oficina Pedagógica

#### Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física

Mestranda: Caroline M. Ghiggi – Orientadora: Dra. Cleci T. Werner da Rosa

#### Estratégia para o desenvolvimento da metacognição na leitura Guia orientativo e ficha de registro

<b>AIM (Authors Intended Message)</b>	
<b>Preparação da leitura</b>	
1-	Estabelecer objetivos antes da leitura do texto.
2-	Ativar o conhecimento prévio.

3- Levantar hipóteses acerca do conteúdo do texto.

Durante a leitura

4- Determinar a organização textual  
**(fazer uso de palavras-chave ou de frases para encontrar a intenção do autor).**

Pós leitura

5- Avaliar criticamente o que foi lido, sem auxílio de livros didáticos ou orientações do professor.

6- Responder às questões:

- a) Qual foi, segundo a sua opinião a intenção do autor ao escrever o texto?
- b) Essa intenção corresponde à sua expectativa antes de fazer a leitura?
- c) Se não, quais foram as perguntas respondidas pelo autor?
- d) Você concorda com a opinião ou conclusão do autor?
- e) É capaz de fazer uma paráfrase ou resumo da matéria?
- f) Há itens e subitens que o auxiliem nessa tarefa?
- g) Que deve fazer se ainda não encontrou a mensagem pretendida pelo autor: reler o texto, lê-lo superficialmente, retomar as questões propostas, levantar outras questões ou discutir com um colega?



## APÊNDICE G - Situações-problema utilizadas no encontro 2



### Curso de extensão – Oficina pedagógica

#### Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física

Mestranda: Caroline M. Ghiggi – Orientadora: Dra. Cleci T. Werner da Rosa

**2º Encontro:** Resolução de problemas utilizando a proposta de reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema

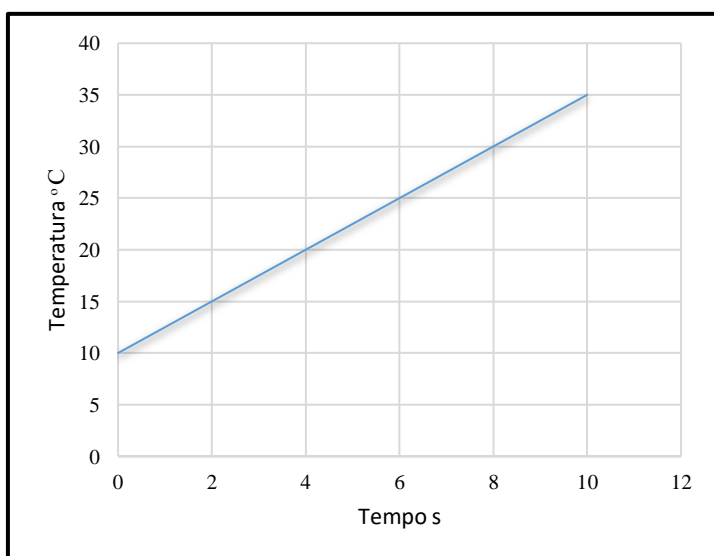
1 - Um móvel de massa 800 kg, com uma velocidade de 108 km/h, sofre uma colisão cessando seu movimento após dois segundos. A razão entre os módulos da desaceleração média do móvel durante a colisão, e a aceleração da gravidade é de:

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.

Resolução de problemas utilizando a proposta do uso de *prompts* orientativos:

Conhecimento do conhecimento	Pessoa	O que eu conheço sobre o assunto desse problema? Qual conhecimento pode ser relacionado com essa atividade? O conhecimento que eu tenho disponível é o necessário para resolver esse problema? Se não, quais conhecimentos poderiam contribuir para o desenvolvimento dessa atividade?
	Tarefa	Já realizei alguma atividade semelhante a essa? Tenho dificuldades em resolver situações problema desse tipo?
	Estratégia	Compreendo quais as etapas iniciais da resolução do problema? Conheço estratégias que podem ser utilizadas na realização dessa atividade? Conseguo identificar uma estratégia mais adequada para resolver o problema?
Autorregulação	Planificação	Qual a melhor estratégia para utilizar na resolução desse problema? Qual é o objetivo do problema? Quais as grandezas Físicas envolvidas nesse problema? Quais operações preciso realizar para resolvê-lo? Qual a ordem das minhas ações?
	Monitoração	O desenvolvimento da minha resolução está indo ao encontro do objetivo do problema? Preciso modificar alguma estratégia que estou utilizando?
	Avaliação	O resultado encontrado é coerente com as discussões teóricas realizadas sobre o conteúdo? As unidades de medida estão de acordo com a grandeza requisitada? Outra estratégia teria surtido um resultado melhor que a escolhida? Quais os novos conhecimentos adquiridos a partir desse problema?

1) Uma fonte térmica com potência constante de 75 cal/s fornece energia a um corpo de massa 100 g, que absorve toda energia proveniente da fonte e tem temperatura variando em função do tempo, conforme o gráfico abaixo. A capacidade térmica desse corpo e o calor específico da substância de que é constituído são, respectivamente, iguais a:



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

Anotações:

## APÊNDICE H - Situações-problema utilizadas no encontro 3



### Curso de extensão – Oficina pedagógica

#### Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física

Mestranda: Caroline M. Ghiggi – Orientadora: Dra. Cleci T. Werner da Rosa

### 3º Encontro

#### Resolução de problemas utilizando a proposta da explicação da situação-problema a um colega

1) Deposita-se, uniformemente, carga elétrica no valor de  $+4,8 \times 10^{-5}$  C sobre uma pequena esfera não condutora. Uma partícula com carga  $-3,2 \times 10^{-6}$  C, colocada a 30 cm da esfera, sofre uma força atrativa de módulo 30 N. Outra partícula, com carga  $-6,4 \times 10^{-6}$  C, colocada a 60 cm da esfera, sofrerá uma força atrativa de módulo, em N:

2) Uma chapa metálica quadrada tem a  $0$  °C 2m de lado, e um orifício circular de 1mm de diâmetro, o coeficiente de dilatação linear do metal é  $10 \times 10^{-6}$  °C<sup>-1</sup>.

Determinar a área da chapa (incluindo o orifício) a 100 °C

**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:

(Fonte: <<http://www.ufjf.br/vestibular-e-pism/edicoes-antiores>>).

2 - Uma pessoa caminha 1,5 passo/segundo, com passos que medem 70cm cada um. Ela deseja atravessar uma avenida com 21 metros de largura. O tempo mínimo que o sinal de trânsito de pedestres deve ficar aberto para que essa pessoa atravesse a avenida com segurança é:

(Fonte: <<http://www.ufes.br/content/processos-antiores>>).

## APÊNDICE I - Situações-problemas extraclasse



### Curso de extensão – Oficina pedagógica

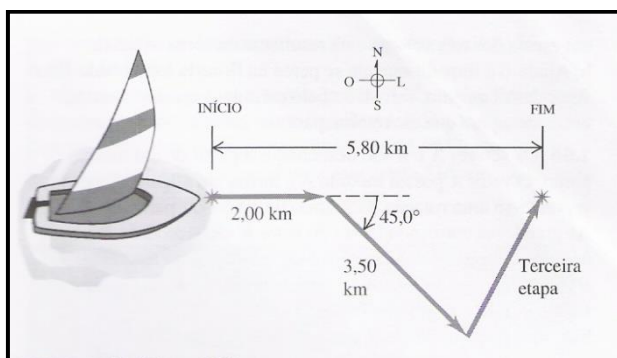
#### Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física

Mestranda: Caroline M. Ghiggi – Orientadora: Dra. Cleci T. Werner da Rosa

Resolva as situações-problema utilizando a proposta didática de orientação metacognitiva que achar mais adequada para cada situação, do ponto de vista que você é o professor responsável por propor estratégias para seus alunos. Abaixo da questão escreva um comentário sobre o porquê da sua escolha.

1 - Uma velejadora encontra ventos que impelem seu pequeno barco a 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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth 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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. *Física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28 - com adaptações).

4 - Uma 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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth 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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. *Física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 9).



### **APÊNDICE J - Roteiro para a entrevista com os alunos**

- 1- Você costuma refletir sobre o que sabe antes de resolver os problemas em Física?
- 2- Como você se organiza para resolver os problemas que tem dificuldades?
- 3- Você se considera um bom revolvedor de problemas em Física?
- 4- Já havia tido contato com a metacognição?
- 5- A oficina oportunizou adquirir conhecimentos sobre metacognição?
- 6- A discussão teórica no encontro inicial foi importante para a compreensão das propostas didáticas apresentadas no estudo?
- 7- Você teve alguma dificuldade em compreender e utilizar as propostas didáticas apresentadas?
- 8- Qual a validade das propostas apresentadas para a aprendizagem em resolução de problemas em Física?
- 9- Dentre as quatro propostas qual(is) você julgou mais adequada para sua aprendizagem?
- 10- Como futuro professor de Física você utilizaria essas propostas didáticas em suas aulas?
- 11- Descreva limites, dificuldades e/ou potencialidades encontradas nas propostas didáticas.

## APÊNDICE K - Diário de bordo

### Encontro 1 – 27/04/2017

No dia 27/04 iniciei com 13 estudantes do curso de licenciatura em Física da Universidade de Passo Fundo o Curso de Extensão “Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física”. A orientadora Cleci Werner da Rosa me apresentou para a turma e falou sobre aspectos gerais do curso, os estudantes se apresentaram e pedi que falassem se já tinham algum tipo de experiência docente. Alguns participam do SAES ministrando aulas de reforço para estudantes de graduação, outros participam do PIBID e os estudantes de níveis mais iniciais na faculdade ainda não tem experiências docentes. Inicialmente explanei sobre os objetivos do curso, sobre a necessidade de já participarem da oficina, com um olhar crítico de futuros professores. Apresentei a estrutura do curso e os temas que serão abordados em cada encontro.

Antes de iniciar as discussões sobre metacognição, questionei os estudantes sobre como eles percebem o Ensino de Física hoje e realizamos uma atividade de brainstorming, onde fui anotando no quadro todos os aspectos que eles falavam. Pude perceber que ao mesmo tempo que alguns partiam de sua experiência enquanto alunos de educação básica, outros já traziam uma percepção do ponto de vista professor. O que pude perceber no geral foi uma certa indignação com o ensino da forma como vem sendo desenvolvido, os alunos comentaram sobre o foco na memorização de conceitos e fórmulas, na falta de contextualização dos saberes, mencionaram que os estudantes estão no “piloto automático”, pois geralmente lhes é dado uma questão exemplo e eles decoram o meio de resolver para as próximas, sendo que no momento que aparece uma com exigências diferentes, ele já não sabe mais o conteúdo e tampouco procedimentos.

Um dos estudantes presente citou o fato de que a maneira como o a física é abordada nas escolas, não favorece o desenvolvimento dos alunos como se é abordado nos PCN’s. Durante essa discussão surgiram outros aspectos do ensino, porém não com tanta ênfase, como avaliação e indisciplina dos estudantes.

Aproveitando as colocações dos estudantes, em especial a que fez relação entre a realidade do ensino com o esperado nos PCN’s, falei sobre o desenvolvimento da autonomia e do pensamento reflexivo. Conversamos sobre a importância de desenvolver essas competências durante o ensino, pois na sociedade de hoje, onde vivemos uma constante mudança e desenvolvimento, não sabemos o que espera no futuro, como novas profissões, por

exemplo. Usei como exemplo uma pessoa formada em computação na década de 90, questionei se ela permanecesse até hoje apenas com conteúdo recebido durante a faculdade ela teria condições de se colocar no mercado de trabalho. Evidentemente eles me responderam que não, que essa pessoa teria que buscar e aprender novos conhecimentos, então ressaltai a importância da autonomia e pensamento reflexivo durante a aprendizagem.

Então, falei sobre as pesquisas que apontam que um aluno que é autônomo utiliza o pensamento metacognitivo e que esse tipo de pensamento se torna um diferencial para o estudante durante a aprendizagem de Física. Dessa forma introduzi o tema da metacognição e questionei eles sobre o que eles tinham de ideia acerca deste termo.

Surgiram colocações como “é quando eu consigo ver o que eu aprendi na escola, na minha vida”, “a plasticidade do conhecimento” – no sentido de mutação do próprio conhecimento, “o que está além da cognição”, “é ser autônomo?”, “aprender a aprender”, “entender o conhecimento”, “pensar sobre o que sabe”. Deixei essas inferências anotadas no quadro e a partir delas, comecei com o conceito de metacognição referenciado por Gonzalez 1996, “Metacognição refere-se ao que acompanha, é posterior ou está além da cognição” e em seguida trouxe o viés adotado no trabalho que utiliza os estudos de Flavell e Ann Brown. Inicialmente falei sobre o conhecimento do conhecimento e após o controle executivo e autorregulador.

No slide 6, apresentei o organograma do conceito, metacognição e suas subdivisões. Citei exemplos sobre cada uma das componentes, onde os alunos interagiram mais, pude perceber que eles “se perceberam” em aspectos da metacognição, como comentários do tipo: “ah eu já fiz isso”, “verdade, isso acontece mesmo...”.

A partir do slide 7, ao falar sobre as variáveis do componente conhecimento do conhecimento, quando falei da variável pessoa, alguns comentaram que a ideia que tinham sobre metacognição permeava apenas esse aspecto – o conhecimento sobre si mesmo. Outro comentário que achei pertinente, foi em relação a importância de saber identificar as ideias que os alunos têm sobre si mesmos, para poder ajuda-los.

Da mesma forma, ao discutirmos sobre a variável tarefa, dei um exemplo sobre uma pessoa que associa questões com gráficos à uma questão difícil, sem antes ler ou tentar compreender, partindo apenas de suas experiências anteriores. Nesse caso eles trouxeram outros exemplos, como quando eles vão fazer alguma questão e tem uma fração... Por mais simples que seja, já associam a uma tarefa difícil. Portanto, retomei o comentário de enquanto professores, ter consciência de todos esses processos que ocorrem na cabeça de nossos alunos, para que possamos ajuda-los com esse conhecimento sobre si mesmo que muitas vezes é um

mito proveniente de outras experiências metacognitivas. Explanei sobre a variável estratégia, citei exemplos de leitura, que para ler um romance a estratégia é diferente em relação à uma leitura de um texto científico por exemplo e pedi que eles me falassem sobre a diferença, também notei interesse dos estudantes.

No slide 9, iniciei as variáveis relacionadas ao controle executivo e autorregulador. Citei exemplos relacionados a etapas de resolução de problemas em física para cada uma das variáveis, com as intervenções dos estudantes, percebi que principalmente a componente relacionada ao controle executivo e autorregulador foi novidade para eles, pois perceberam que não se trata apenas de conhecer o que sabe, mas de intervir no seu próprio processo de aprendizagem.

No slide 10, retomei a ideia da importância da autonomia de aprendizagem, de modo que ao mesmo tempo que se ensinam conteúdos específicos das disciplinas, devem ser ensinadas estratégias de aprendizagem. Pedi para os estudantes, se eles tinham ideia de qual a diferença entre uma estratégia de aprendizagem cognitiva e uma metacognitiva, nesse momento não tive respostas, então explanei a diferença entre elas no slide 11.

Os estudantes retomaram o exemplo que utilizei no início do encontro: se uma pessoa formada em computação na década de 90, continuar apenas com conteúdo que armazenou no período de estudo, hoje não teria espaço no mercado de trabalho. Ao retomar essa ideia, relacionaram ela com a importância de um professor proporcionar o ensino de estratégias de aprendizagem associado ao de conteúdo específico e como isso reforçaria o desenvolvimento da autonomia nos alunos.

Após essa discussão acerca dos fundamentos teóricos da metacognição e do uso de estratégias metacognitivas, encaminhei a atividade de leitura. Os estudantes se mostraram bastante receptivos em realizar a tarefa e gostaram do tema do artigo.

Achei o primeiro encontro muito positivo, a curiosidade e a motivação para o próximo encontro foi grande e demonstrou já neste primeiro momento que os alunos estão receptivos e sedentes por novas propostas metodológicas.

## **Encontro 2 - 11/05/2017**

No dia 11/05/2017, 9 dos 13 estudantes inscritos no curso estavam presentes no curso. As atividades começaram com as discussões referentes ao texto “Promoviendo la autoregulación en la resolución de problemas de Física”, foi utilizado como elemento norteador das intervenções dos estudantes a ficha de registros que utilizaram para anotar os

passos da estratégia metacognitiva de leitura. A maioria dos estudantes realizou a atividade e o feedback do texto foi positivo, apenas um estudante disse não ter compreendido o texto em função dele ser em espanhol. Durante as discussões percebi na fala dos estudantes que eles retomavam os fundamentos teóricos da metacognição discutidos no encontro anterior. Através das intervenções dos estudantes também pude perceber que eles associaram a metacognição e a resolução de problemas de forma positiva, ou seja, compreenderam a validade e os benefícios de utilizar esse tipo de pensamento para aprender Física.

Na sequência, fiz alguns questionamentos para retomar as ideias discutidas no encontro anterior, como “Quais as componentes da metacognição?”, “A que se refere cada uma das componentes?” e deixei que retomassem e falassem sobre. Em seguida começamos as reflexões relacionadas à resolução de problemas, pedi para os estudantes como eles percebem hoje a resolução de problemas nas aulas de Física e eles responderam coisas como: principal atividade que os professores utilizam, listas gigantes de exercícios, siga o exemplo, memorização.

Questionei os estudantes como eles diferenciariam uma situação problema de um exercício e eles responderam que, um problema: Mais amplo, não tão mecânico, tem situações novas que trazem questões “maiores”, precisa refletir mais sobre as informações, é necessário achar os caminhos para encontrar as informações e facilita a aprendizagem significativa. Em relação aos exercícios responderam que se trata de: Exercitar algo que já fez, envolve essencialmente a memorização e é algo repetitivo.

Após as colocações dos estudantes, usei os referenciais teóricos adotados na dissertação para explicar o que é uma situação problema, seus objetivos e a diferença com exercícios. Também dei ênfase sobre a ideia de que a situação problema não apenas avalia a aprendizagem, mas também é um momento de aprender.

Dando continuidade ao encontro, apresentei as quatro propostas de orientação metacognitiva para resolução de problemas. Expliquei os objetivos de desenvolver as propostas e falei da importância de elas se colocarem já como professores ao utilizarem cada uma das propostas, de como elas podem ser úteis ou não para os processos desenvolvidos em sala de aula.

Entreguei para os estudantes uma lista com 4 situações problema, as duas primeiras para ser resolvidas utilizando a proposta de reelaboração do enunciado com a ilustração da situação problema e as outras duas com o uso de prompts orientativos. Expliquei cada uma das propostas de forma mais minuciosa, seus objetivos, sua fundamentação e a maneira de desenvolvê-las. 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.

Durante a atividade, percebi que alguns estudantes ao desenharem a situação, recomçavam 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.

Na realização das situações problema utilizando a estratégia dos prompts orientativos a receptividade dos estudantes foi diferente, mostraram-se desmotivados e resolveram aparentemente por obrigação as atividades. Não sei dizer se foi em função de já estarem cansados ou se realmente a estratégias desmotivou os alunos na hora da resolução. Percebi também que a maioria não lembrava dos conteúdos abordados nas questões que os prompts foram utilizados, o que pode ter sido um fator determinante para que tivessem mais dificuldade em utilizar a estratégia proposta.

Apesar de não ter tido tanta receptividade, pude perceber alguns comentários dos estudantes. 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.

Para encerrar o encontro, conversamos sobre as estratégias utilizadas e apesar de minha percepção em relação a desmotivação deles na segunda estratégia, eles deram um feedback positivo.

### **Encontro 3 – 18/05/2017**

O encontro do dia 18/05/2017 teve a presença de 10 alunos dos 13 inscritos no curso. Iniciei as atividades retomando alguns pontos: O que é resolução de problemas, que aspectos podem estar associados com a metacognição.

Através das inferências dos alunos, pude perceber que eles compreenderam como a metacognição pode ser positiva na resolução de problemas e também a expectativa em relação as propostas que seriam apresentadas na sequência. Eles fizeram comentários de aprovação em relação as propostas apresentadas no encontro anterior. Após as discussões iniciais

realizadas a partir desses questionamentos, apresentei as outras duas propostas de orientação metacognitiva para resolução de problemas: resolver a situação problema com auxílio do colega e de elaboração de previsões. Nessa apresentação falei os objetivos de cada proposta, quais as fundamentações teóricas que validam cada estratégia, também retomei com os estudantes a importância de já adotarem um pensamento de futuro professor que poderá utilizar posteriormente essas propostas com seus alunos.

Entreguei para os estudantes as 4 situações problemas, duas de cada proposta já apresentadas no encontro. Durante a resolução das situações utilizando ambas as propostas, percebi os alunos bem envolvidos com a atividade.

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.

Na resolução da segunda proposta, os estudantes elaboraram as previsões 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 previsão, os estudantes não lembravam qual fórmula utilizar para obter o resultado e comparar com suas hipóteses, então escrevi no quadro para que pudessem utiliza-la, após isso resolveram e puderam dar sequência à atividade.

Para terminar o encontro, encaminhei a atividade que os estudantes irão realizar em horário alternativo – a lista de situações problema que deverão escolher uma proposta para resolver cada uma das questões. Orientei como a atividade deve ser feita, utilizando as propostas e abaixo de cada resolução, o nome da proposta utilizada e o porquê achou aquela mais adequada.

#### **Encontro 4 – 01/06/2017**

O último encontro contou com a presença de 9 estudantes. Iniciei o encontro com as discussões referentes a lista de atividades que eles receberam para fazer em horário alternativo, pedi se tiveram alguma dificuldade em relação as situações propostas e em relação ao uso das estratégias metacognitivas e alguns alunos relataram não lembrar dos conteúdos abordados nas situações problema, o que dificultou um a resolução. Contudo, de forma geral os alunos realizaram a atividade e não apresentaram maiores dificuldades.

Após esse questionamento inicial, busquei analisar com os estudantes cada uma das propostas didáticas de orientação metacognitiva. Fiquei impressionada com o envolvimento dos estudantes em passar o feedback de cada uma delas e o que achei mais interessante foi o fato de além de analisar sob o ponto de vista de alunos, também trouxeram contribuições relacionadas a como eles pensaram na estratégia como professores.

Durante a fala dos estudantes, pedi licença para anotar as contribuições de cada uma das estratégias. Iniciei pela proposta de reelaboração enunciado e esboço da situação problema, 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, como 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.

Em relação aos prompts, percebi que foi a proposta que os alunos mais encontraram pontos negativos, apesar de falarem que também é interessante. As considerações dos alunos foram relacionadas ao tempo necessário para responder 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”

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.

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 norteasse a resolução e pudessem perceber se estavam no caminho certo para chegar o resultado esperado.

Após discutirmos sobre cada uma das estratégias dos estudantes, pedi para que falassem de um modo geral, se eles utilizariam essas propostas como professores e como fariam:



- “Eu usaria com certeza, escolheria (as propostas) conforme as dificuldades dos estudantes e de acordo com a complexidade das questões”.
- “Eu ensinaria as estratégias para os estudantes e depois deixaria eles livres para escolher qual usar e até mesmo juntá-las”.
- “Usaria, mas não ensinaria antes, procuraria fazer eles usarem as propostas, sem saber que é uma nova proposta, incluir elas nas questões mesmo, de modo automático”.
- “Faria eles resolver como parte do exercício, aí eles começariam pensar de forma metacognitiva”.
- “Ensinaria as propostas e depois deixaria escolherem as que se adaptam mais”.

Achei as colocações dos estudantes muito interessantes e fiquei satisfeita com a reciprocidade deles em todas as atividades do curso de extensão. Perguntei para eles sobre o sentimento deles em relação a ter participado do curso, a grande maioria gostou e fizeram colocações como: “apesar de ser um assunto complexo, a maneira que o curso foi estruturado, deu para compreender metacognição”.


**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**VICE-REITORIA DE EXTENSÃO E ASSUNTOS COMUNITÁRIOS**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS**

**CERTIFICADO**

Certificamos que **Caroline Maria Ghiggi** participou como Ministrante do Curso: **Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física**, promovido pelo Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, ocorrido no período de 24 de abril de 2017 a 25 de maio de 2017.

O curso foi aprovado pela Câmara de Extensão em 11 de abril de 2017, ata nº 342.  
Passo Fundo, 01 de julho de 2017.

  
**Cristiano Roberto Cervi**  
Diretor do Instituto de Ciências Exatas e Geociências

  
Cleci T. Werner da Rosa  
Coordenadora do Curso



**Marqo Tascheto da Silva**  
Coordenador da Divisão de Extensão

**Conteúdo/tópicos do curso:**

Fundamentos teóricos da metacognição.  
Instruções didáticas apoiadas na metacognição.  
Estratégia metacognitiva para leitura de textos.  
Estratégias metacognitivas para resolução de problemas em Física.  
Resolução de problemas envolvendo propostas didáticas inovadoras.  
Discussões finais e avaliação das atividades.

**Ministrantes:**

Cleci T. Werner da Rosa  
Caroline Maria Ghiggi

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**VICE-REITORIA DE EXTENSÃO E ASSUNTOS COMUNITÁRIOS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS**




null

**CERTIFICADO**

Certificamos que LETICIA PIOTROSKI TYBURSKI participou do Curso: Metacognição: apoio à resolução de problemas em Física, promovido pelo Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, ocorrido no período de 24 de abril de 2017 a 25 de maio de 2017, com carga horária total de 20 horas e frequência 100%.

O curso foi aprovado pela Câmara de Extensão em 11 de abril de 2017, ata nº 342.

Passo Fundo - RS, 01 de agosto de 2017.

		
<b>Cristiano Roberto Cerri</b>	<b>Cleci T. Werner da Rosa</b>	<b>Marcio Tascheto da Silva</b>
Diretor do Instituto de Ciências Exatas e Geociências	Coordenadora do Curso	Coordenador da Divisão de Extensão

**Conteúdo/tópicos do curso:**

Fundamentos teóricos da metacognição.  
Instruções didáticas apoiadas na metacognição.  
Estratégia metacognitiva para leitura de textos.  
Estratégias metacognitivas para resolução de problemas em Física.  
Resolução de problemas envolvendo propostas didáticas inovadoras.  
Discussões finais e avaliação das atividades.

**Ministrantes:**

Cleci T. Werner da Rosa  
Caroline Maria Ghiggi

## PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível no endereço:  
<[http://docs.upf.br/download/ppgecm/Caroline\\_PRODUTO.pdf](http://docs.upf.br/download/ppgecm/Caroline_PRODUTO.pdf)>

# METACOGNIÇÃO

um apoio à resolução  
de problemas em Física

Caroline Maria Ghiggi  
Cleci T. Werner da Rosa



**PPGECM**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Ciências Exatas e Geociências - ICEG





# **METACOGNIÇÃO**

**um apoio à resolução  
de problemas em Física**

**Caroline Maria Ghiggi  
Cleci T. Werner da Rosa**



A ciência é muito mais do que um  
corpo de conhecimento.  
É uma maneira de pensar.

Carl Sagan

## **Banca Examinadora/Avaliadores**

Dra. Cleci T. Werner da Rosa, Orientadora  
(Universidade de Passo Fundo - presidente)

Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva  
(Universidade Estadual de Ponta Grossa)

Dr. Marco Antonio Sandini Trentin  
(Universidade de Passo Fundo)

# Sumário

---

Apresentação .....	9
Aportes e reflexões teóricas .....	13
Cognição e metacognição .....	13
Metacognição como estratégia de aprendizagem .....	22
Metacognição e a prática docente .....	28
Uso de <i>prompts</i> orientativo.....	32
Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema .....	39
Explicação da situação-problema ao colega.....	45
Resolução de problemas com elaboração de predições ...	50
Aplicação da proposta didática.....	53
Primeiro encontro: fundamentos teóricos da metacognição.....	54
Segundo encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas .....	58
Terceiro encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas .....	60
Quarto encontro: síntese final das atividades - discussões sobre as propostas de orientação metacognitiva.....	63
Reflexões finais .....	64
Referências bibliográficas .....	66
Sobre as autoras .....	70



# Apresentação

O presente material refere-se a um texto de apoio a professores do ensino médio referente a utilização de estratégias metacognitivas na resolução de problemas em Física. Trata-se de um produto educacional desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS, sob orientação da Dra. Cleci T. Werner da Rosa.

A problemática que levou ao desenvolvimento deste produto educacional e da dissertação que está vinculada a ele, parte do entendimento de que o ensino de Física encontra-se, na maioria das vezes, enraizado em formas tradicionais de ensino, ofertando poucas alternativas para a apropriação significativa dos conteúdos. Situação que fica mais explícita quando se trata da resolução de problemas, uma vez que ele se mostra como uma aplicação de mnêmicos e modelos memorizados pelos alunos com pouca liberdade de criação e diálogo com a situação apresentada. Além disso, o modelo de resolução de problemas utilizados no ensino médio pouco tem contribuído para oportunizar aos alunos a compreensão de seu modo de pensamento. Ou

seja, pouco tem contribuído para a evocação do pensamento metacognitivo e com ele, conforme mencionado por Ribeiro (2003) e Rosa (2011), o aprender a aprender e a autonomia da aprendizagem.

A identificação na necessidade de rever a forma como a resolução de problemas tem sido utilizada na escola, buscando qualificar o processo de aprendizagem dos conceitos físicos, levou a busca por alternativas didáticas, dentre as quais está o uso das estratégias metacognitivas. Tais estratégias tem se mostrado uma importante ferramenta na busca por promover a compreensão dos conceitos e por estabelecer a identificação de um modo de pensamento, conforme evidenciado no estudo de Rosa (2011). Esse modo de pensar oportuniza a reflexão dos sujeitos sobre seus próprios conhecimentos, bem como permite a sua autorregulação durante a execução da atividade. Essas componentes denominadas de metacognitivas se revelam oportunas para que os estudantes não apenas se apropriam dos conceitos em discussão, mas igualmente compreendam como estão aprendendo. Isto é, aprendam a aprender.

Desta forma, o presente material discorre sobre possibilidades de uso das estratégias metacognitivas na resolução de problemas do tipo *lápiz e papel* que foram elaboradas tomando por referência a possibilidade de que a evocação do pensamento metacognitivo durante a realização das tarefas qualifica a aprendiza-



gem. Para tanto, foram estruturadas quatro propostas didáticas voltadas ao uso do pensamento metacognitivo durante a resolução de problemas e que possibilitam aos estudantes refletir e analisar seus conhecimentos, procedimentos utilizados e resultados obtidos.

O texto a seguir, busca elucidar essas quatro propostas iniciando pela discussão do entendimento de metacognição e os aportes teóricos que subsidiaram a sua elaboração. Na sequência são apresentadas as quatro propostas didáticas seguidas de exemplos de situações-problemas que podem ser orientados por elas. Ao final são tecidas considerações referentes à metacognição como estratégia de aprendizagem e suas relações com a prática docente, tomando-se por referência o estudo que envolveu a aplicação dessas quatro propostas a um grupo de alunos de um curso de licenciatura em Física, na forma de curso de extensão universitária.

Por fim, menciona-se que o presente texto encontra-se vinculado a dissertação de mestrado intitulada “Estratégias de aprendizagem metacognitivas na resolução de problemas em Física.” e pretende ofertar subsídios aos professores para qualificar o processo de ensino e de aprendizagem em Física. Além disso, o material que segue representa uma versão ampliada e alterada do material utilizado com os licenciandos em Física no curso de extensão universitária, que investigou a viabilidade das propostas didáticas. Após

a aplicação das propostas e do estudo desenvolvido, procederam-se ajustes e modificações que buscaram contemplar os apontamentos dos alunos.

# Aportes e reflexões teóricas

---

## Cognição e metacognição

Para compreender o significado de metacognição, primeiro pode-se analisar o uso do prefixo meta, cuja origem é grega e significa “o que acompanha”, “o que vem após” e “o que está além de”. Portanto, metacognição, nessa linha, estaria vinculada ao que acompanha, ao que é posterior ou está além da cognição (GONZÁLEZ, 1996). E, para compreender o que está além da cognição, é necessário entender o que é cognição. Entretanto, buscar uma definição que possa expressar a amplitude e a dimensão dos elementos que estão envolvidos na cognição humana é tarefa um tanto complexa e determinística. Como lembram Flavell, Miller e Miller (1999), trazer uma definição é fazer com que signifique algo bem determinado e que se mantenha fiel a isso, algo impossível de encontrar na literatura, uma vez que cada autor considera aspectos distintos para proceder à sua conceituação de cognição.

Flavell, Miller e Miller (1999, p. 9) mencionam, contudo, a importância de comunicar “algumas ideias e imagens a respeito da natureza da cognição, mas não é nem possível nem desejável defini-la e limitar seu entendimento de maneira precisa e inflexível”. Para isso, os autores se reportam à cognição como algo restrito

[...] aos processos e produtos mais chamativos e inequivocamente ‘inteligentes’ da mente humana. Essa imagem inclui entidades psicológicas do tipo definido como processos mentais superiores tais como o conhecimento, a consciência, a inteligência, o pensamento, a imaginação, a criatividade, a geração de planos e estratégias, o raciocínio, as inferências, a solução de problemas, a conceitualização, a classificação e, talvez a fantasia e os sonhos. (p. 9)

Seguem os autores mencionando que ainda que muitas dessas atividades também façam parte do repertório psicológico de outros animais, “elas definitivamente evocam a mente humana” (idem).

A partir desse entendimento sobre cognição ou sobre quais elementos a constituem, busca-se a compreensão sobre o que a literatura aponta como aquilo que está além disso, ou seja, a metacognição. Mesmo que ela possa ser compreendida etimologicamente como “algo que vá para além da cognição”, é preciso estabelecer as características e os entornos desse construto para, a partir dele, operar em situações de aprendizagem.

Entretanto, a exemplo do conceito de cognição, o de metacognição também se revela divergente e ambíguo na literatura. Na busca por uma definição, percebe-se essas variações que, no entender de Rosa (2011), decorrem dos diferentes campos que têm se valido desse conceito. Entretanto, a autora chama a atenção para a existência de um núcleo comum coeso em torno do qual giram as diferentes definições dadas ao termo metacognição. Esse núcleo corresponde ao definido a partir de 1971 pelo psicólogo americano John Hurley Flavell, considerado o pioneiro nos trabalhos em metacognição. Sua definição inicial, ainda que por ser modificada ao longo de seus estudos, tem servido de orientação para os mais diferentes estudos vinculados à metacognição. É dela que o presente estudo se serve, buscando complementações em estudos da área de Educação em Ciências.

A divergência na literatura especializada, mesmo que os estudos sejam centrados em um entendimento comum, leva à necessidade de apresentar a opção do estudo como forma de situar o leitor no viés pelo qual as discussões que seguem se assentam. Dessa forma, a opção do estudo é por adotar a definição de Flavell (1976, 1979) e suas ampliações por Flavell e Wellman (1977) e Brown (1987), bem como a aproximação com a educação científica feita por Otero e Campanário (2000) e Rosa (2011; 2014).

Flavell, segundo Rosa (2011), adota o termo metacognição para designar o conhecimento sobre o próprio conhecimento, ou seja, a tomada de consciência sobre a própria cognição, o que mais tarde designou por conhecimento metacognitivo. Continua a autora mencionando que foi com o desenvolvimento de novos estudos que Flavell e seus colaboradores passaram a destacar que os seres humanos são capazes de analisar os processos que utilizaram para conhecer, aprender e resolver situações problema, portanto, são capazes de se autorregular. A partir dessa compreensão, Flavell passa a entender que a metacognição abrange mais um aspecto, o controle executivo e autorregulador, ampliando, assim, a definição de metacognição inicialmente focada na identificação dos sujeitos sobre seus próprios conhecimentos.

Portanto, para Flavell, e, posteriormente, para Rosa (2011), a metacognição envolve dois aspectos: o conhecimento dos próprios conhecimentos (conhecimentos metacognitivos) e o controle executivo e autorregulador que é exercido sobre o próprio pensamento (habilidades metacognitivas).

Um deles tem a ver com o conhecimento estável e consciente de que as pessoas têm sobre a cognição, sobre si mesmos como aprendizes e solucionadores de problemas, sobre os recursos que têm à sua disposição, e a cerca da estrutura do conhecimento nos domínios em que trabalham. Outro centra-se na autorregulação, monitoramento e orquestração de suas próprias habilidades cognitivas. Uma dimensão adicio-

nal através dos dois anteriores tem a ver com a capacidade de refletir sobre o seu conhecimento tanto sobre os seus processos de gestão desse conhecimento (GOZÁLEZ, 1996, tradução nossa).

Dessa forma, os conhecimentos metacognitivos referem-se às convicções e aos conhecimentos relacionados à cognição e que são adquiridos pelo sujeito através das experiências metacognitivas (envolvem questões afetivas). Sobre isso, Lafortune e Saint-Pierre (1996, p. 22) mencionam que “[...] os conhecimentos metacognitivos, deduzidos das experiências metacognitivas, são relativamente estáveis, verbalizáveis e podem ser errados. Poderia dizer-se que eles constituem o aspecto declarativo da metacognição”. Em outras palavras, pode-se dizer que eles decorrem das experiências conscientes, cognitivas e afetivas.

De acordo com Rosa (2014), o conhecimento metacognitivo resulta da experiência metacognitiva dos sujeitos e afeta diretamente o rendimento da aprendizagem. Reportando-se a Flavell, 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” (ROSA, 2014, p. 21).

O conhecimento relacionado à categoria pessoa subdivide-se em três grupos: intraindividual, interindividual e universais. O conhecimento intraindividual refere-se às convicções e aos mitos que o sujeito tem sobre sua própria cognição, por exemplo, a ideia de que precisa anotar todos os passos na resolução de uma situação problema, ou ler um texto e ir anotando as principais ideias para poder compreendê-lo. O interindividual relaciona-se com as comparações que os indivíduos fazem sobre si mesmos, como por exemplo, “ele é melhor em tarefas teóricas”, “eu sou melhor resolvendo problemas que envolvem matemática”. Por fim, os universais são conhecimentos relacionados ao que se sabe sobre a cognição humana, como saber que a memória de curto prazo é limitada a um pequeno intervalo de tempo (ROSA, 2014).

A variável tarefa relaciona-se à extensão, à abrangência de suas solicitações e ao nível de exigência, bem como a características que a definem como mais fácil ou mais difícil e também à estrutura do material envolvido.

No processo de ensino-aprendizagem, ao deparar-se com uma tarefa, o estudante recorre aos seus pensamentos, verificando o grau de dificuldade implicado, podendo sentir-se incapaz de realizá-la ou desmotivado para tal; ou, ao contrário, constatar que já realizou algo semelhante ou reconhecer os conhecimentos envolvidos, sentido-se capaz e motivado para a tarefa. Todo esse movimento é um pensar metacognitivo, que poderá leva-lo a lograr êxito na tarefa (ROSA, 2014, p. 27).



Por fim, o conhecimento metacognitivo relacionado à variável estratégias refere-se à capacidade do estudante em reconhecê-las para cada tipo de objetivo, envolvendo seu conhecimento sobre as estratégias disponíveis e como usá-las de acordo com a sua finalidade.

De fato, não basta ter e utilizar as estratégias. É importante ter conhecimento da sua natureza e utilidade, isto é, ter conhecimento da sua especificidade e eficácia. Em suma, saber adequar as estratégias em função das tarefas e dos seus objetivos (COUCEIRO FIGUEIRA, 2003, p. 4).

Portanto, a integração dessas variáveis resulta no conhecimento do conhecimento e os indivíduos devem utilizá-lo em todas as 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 deve 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 (LAFORTUNE; SAINT-PIERRE, 1996). Tal dimensão consiste na capacidade do sujeito para refletir e agir sobre sua cognição. Ann Brown (1978 apud ROSA, 2011) detalha o apresentado por Flavell em relação a esse aspecto da metacognição, especificando que ele abrange a capacidade do sujeito para planejar, 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. Nesse momento, o sujeito deve analisar quais são as possibilidades de êxito em sua realização, o tempo estimado e quais são as etapas recorrentes dessa atividade.

O planejamento inicial é relativamente completo, hierárquico e sujeito a refinamentos em seus níveis mais baixos. Entretanto, em qualquer ponto do planejamento, as decisões do sujeito oferecem oportunidades para o desenvolvimento do plano, consistindo em ações independentes e decorrentes de decisões influenciadas pelo conhecimento do sujeito. A decisão tomada por ele durante a planificação das ações permite-lhe interagir com os dados disponíveis, podendo influenciar ou ser influenciado por estes (ROSA, 2014, p. 38).

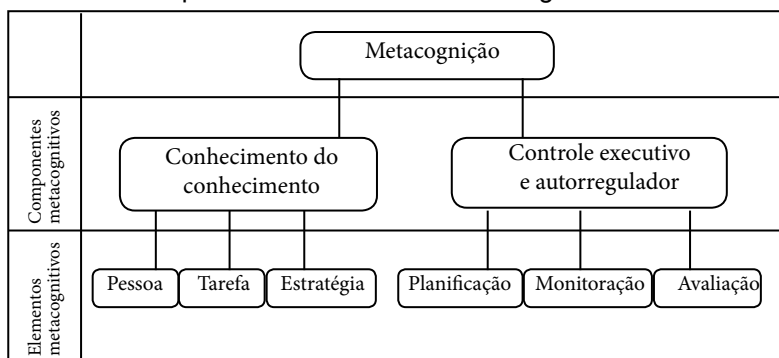
A monitoração relaciona-se à capacidade do sujeito em verificar e controlar sua ação a fim de alcançar seus objetivos, englobando as intervenções que ele realiza por meio de suas estratégias. Para Rosa (2014), esse momento de revisão dos conhecimentos é fundamental, pois oportuniza analisar as decisões tomadas e avaliar se são pertinentes em relação ao seu propósito.

O processo autorregulador da avaliação 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. Um exemplo da capacidade de avaliar é durante as resoluções de problemas, se o

enunciado está solicitando o valor referente à grandeza tempo, o indivíduo que achar o resultado em Newtons (N), por exemplo, retomando e analisando a proposta, será capaz de perceber que seu resultado não é coerente, portanto, terá que reelaborar suas estratégias.

Em síntese, a metacognição é entendida a partir das duas categorias mencionadas e dos seis elementos, confirme visualizado no quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Componentes e elementos metacognitivos



Fonte: Rosa (2011, p. 58)

Trazendo a metacognição para o contexto escolar, Rosa, Darroz e Rosa (2013, p.18) afirmam que

[...] é preciso entender que a metacognição exerce função essencial na aprendizagem, oferecendo aos estudantes diferentes possibilidades de aprendizagem e um autorreconhecimento 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.

Todo o processo relacionado à metacognição se manifesta no processo de ensino e de aprendizagem e o faz por meio das estratégias de aprendizagem (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, conforme discute-se na continuidade.

### Metacognição como estratégia de aprendizagem

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 devem 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. Portanto, o propósito da educação não está distante do fato de

armazenar informações, mas sim de dominar procedimentos, gestão do conhecimento e procedimentos de aprendizagem.

[...] 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 em que se ensinam conteúdos específicos das disciplinas.

As estratégias de aprendizagem consistem em “ações e processos dirigidos para adquirir informações ou competências que envolvem atividade, propósito e percepções de instrumentalidade por parte dos alunos” (ZIMMERMAN, 1989, p. 329). Para Monereo e Castelló (1997), representam a tomada de decisões conscien-

tes e intencionais para um objetivo de aprendizagem específico, empregando os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais que julgar necessário.

Figueira (2006, p. 7) aborda mais detalhadamente esses processos dirigidos como “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”. Por meio dessas definições, podemos perceber que as estratégias de aprendizagem vão ao encontro tanto da cognição quanto da metacognição.

De forma geral, evidenciando esse caráter cognitivo e metacognitivo, Rosa (2014, p. 86) 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”. Porém, segundo Miller, Miller e Flavell (1999), as estratégias cognitivas e metacognitivas diferenciam-se por apresentarem distinções 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 função 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 relacionam-se ao aspecto cognitivo, percebemos situações como: destaque de palavras-chave, retirada dos dados matemáticos 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 situação Física abordada na situação, quando busca retomar suas experiências com uma atividade semelhante ou o modo como o professor resolveu esse tipo de questão.

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” (ROSA, 2014, p. 87-88). Pesquisas relacionam estratégias de aprendizagem com o uso da metacognição (destacam-se as referentes à leitura e à interpretação de texto e à resolução de problemas), segundo Rosa e Pinho-Alves (2009, p. 1129), “como um elemento favorecedor de uma aprendizagem autônoma e autogerenciada, como na forma de superação de possíveis dificuldades de aprendizagem (baixo rendimento escolar)”.

De acordo com Pozo (1990), estar consciente sobre seus processos psicológicos (ativação do pensamento metacognitivo) auxilia o planejamento de suas estratégias de aprendizagem de forma mais eficaz, de modo a facilitar a aquisição e o armazenamento das informações através da integração das sequências de procedimentos e atividades cognitivas.

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 ao dos 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 estará acionando 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).

Como sugestão para o ensino de estratégias de aprendizagem e empregado nas propostas apresentadas nesse trabalho, Monereo, Pozo e Castelló (2001) sugerem métodos de ensino que enfatizam a tomada de decisões de forma consciente. Portanto, sugerem o uso de uma estratégia que enfatize cada uma das fases de planejamento, regulação e avaliação “a fim de modelar o processo e obter a transferência para os alunos” (p. 218).

Com base no exposto, pode-se afirmar que as estratégias metacognitivas de aprendizagem são fundamentais para que os estudantes possam aprender e também desenvolver sua autonomia. As estratégias metacognitivas estão intrinsecamente relacionadas às de dimensão cognitivas e os conhecimentos prévios dos sujeitos e podem se desenvolver em distintas possibilidades dentro do ensino, no entanto, sempre orientadas em ações que promovam a autorregulação. Portanto, as estratégias de aprendizagem metacognitivas propostas nesse trabalho seguem essa linha de pensamento, com ênfase na resolução de problemas no ensino de Física.

## Metacognição e a prática docente

O professor tem o papel fundamental de guiar os alunos e possibilitar que desenvolvam habilidades e competências que vão além do conhecimento específico. E com a metacognição não é diferente – o professor pode favorecer a evocação do pensamento metacognitivo no decorrer de sua prática docente.

Chi e seus colaboradores (1989) ressaltam a importância de recorrer ao pensamento metacognitivo de forma explícita e, além disso, todas as instruções devem ser claras para que o aluno saiba quando e como utilizá-las de modo a dar condições para a evocação desse tipo de pensamento. Portanto, o desenvolvimento de alternativas didáticas para auxiliar os professores em suas ações didáticas mostra-se essencial.

Nesse processo, destaca-se o papel do professor, que deve atuar como um mediador, estabelecendo os meios que favorecerão a evocação desse pensamento. Nesse caso, as estratégias de aprendizagem passam a ser de ensino, pois serão incorporadas ao processo didático do professor, que recorre a um ensino estratégico metacognitivo com o objetivo de que seus estudantes ativem, em suas estruturas mentais, o pensamento metacognitivo, promovendo meios para o uso de estratégias dessa natureza (ROSA; ROSA, 2016, p. 3).

Monereo e Castelló (1997) ressaltam a necessidade de o corpo docente abordar a importância da metacognição para aprendizagem de modo que a evocação do pensamento metacognitivo faça parte da rotina dos estudantes. Os autores chamam a atenção para

três fatores que devem fazer parte das ações didáticas para alcançar esse objetivo: a planificação e regulação consciente das aulas; a escolha de conteúdos curriculares; e a definição de procedimentos que se adequem melhor à realidade e às características dos estudantes de acordo com os objetivos almejados. Desse modo, o professor vai além dos conteúdos específicos e leva em consideração como o aluno está construindo seus conhecimentos.

O segundo ponto chamado atenção por Monereo e Castelló (1997) é o de que, ao planejar suas ações em sala de aula, o professor deve identificar conteúdos mais significativos e quais as dificuldades os seus alunos poderão apresentar. Dessa forma, o professor pode antecipar e desenvolver alternativas, evidenciando que o planejamento, a estratégia e a tarefa fazem parte também da preparação de suas aulas.

O último fator abordado por Monereo e Castelló (1997) é entender como exercem uma função de modelo para seus alunos, em aspectos que vão além da relação entre os conteúdos e a metodologia que ensinam, mas que se relacionam, e, de igual forma, são relevantes para o processo de aprendizagem, como motivação, habilidades de comunicação e confiança.

De forma minuciosa, no decorrer de seus estudos, Monereo (2001) chama atenção para alguns pontos específicos que o professor deve levar em consideração em suas ações:

- ao ensinar uma estratégia, deixar claro seu sentido, sua utilidade e seu valor, bem como a necessidade de, ao se deparar com uma tarefa complexa, recorrer a planificação, regulação e autoavaliação;
- durante a utilização de estratégias, mostrar que os procedimentos podem ser aplicados a atividades distintas e também de diferentes disciplinas;
- insistir no uso de estratégias durante as atividades em diferentes situações de aprendizagem em que o estudante toma consciência sobre a sua importância;
- transferir gradualmente a responsabilidade do controle da aprendizagem aos estudantes e não mais centrada apenas no professor;
- aumentar o nível da demanda cognitiva de forma progressiva ao propor situações-problema;
- possibilitar aos estudantes compartilhar e discutir as estratégias utilizadas durante a resolução de problemas, de modo a avaliar a metodologia e os procedimentos que usou.
- avaliar de forma explícita quando os estudantes planejam e regulam seu desempenho.

As ações ressaltadas por Monereo (2001) são consideradas essenciais para estabelecer um ensino que promova uma aprendizagem autônoma. Por isso, o papel do professor para a evocação do pensamento metacognitivo é indispensável, pois muitos estudantes não têm ações metacognitivas espontaneamente e depen-

dem de uma influência externa para desenvolvê-lo. Portanto,

[...] nesse processo, o professor torna-se um indicador, alguém que traz para a sala de aula as possibilidades, que orienta, mas que não toma a decisão pelo estudante; alguém que oferta opções e se mostra arquiteto de um processo estruturado e gerenciado por todos e cada um frente às suas possibilidades e necessidades. Os caminhos a serem escolhidos devem ser opções individuais, avaliados, portanto, de acordo com as limitações pessoais, o que somente poderá ser feito mediante a tomada de consciência de cada sujeito sobre o que ele sabe, o que ele precisa para saber e o quanto sabe acerca do assunto. Isso colocará à sua disposição um repertório de ações estratégicas mais seguras e que, bem empregadas, lhe trarão benefícios (ROSA; DARROZ; ROSA, 2014, p. 17).

Nesse sentido, para que tenham êxito, se faz necessário que os professores possuam conhecimentos de metacognição associados ao conhecimento pedagógico. Desse modo, o ideal seria que cursos de formação docente, tanto inicial como continuada, abordassem os temas referentes à metacognição em seu currículo, contudo, apesar de a pesquisa acadêmica demonstrar a importância do pensamento metacognitivo para a aprendizagem, ela ainda não se reflete no conhecimento dos professores e sua formação.

# Uso de *prompts* orientativo

---

Os *prompts* são protocolos de perguntas que guiam o aluno durante a execução de uma atividade. Eles são constituídos por perguntas às quais os alunos devem responder durante a realização dos problemas de Física. Conforme Giaconi (2014), “os guias são projetados de maneira especial, com a finalidade de facilitar a implementação da aprendizagem autônoma em um processo centrado no estudante, que participa ativamente da construção social da aprendizagem”.

Hinojosa e Sanmartí (2016), afirmam que o uso de guias como os *prompts* representa 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. Somente desse modo os alunos poderão tomar consciência acerca da importância da reflexão antes do fazer.

A proposta é que o professor construa com os alunos *prompts* e que eles passem a usá-lo como estruturador do seu pensamento e guia na resolução de problemas. Esse, por sua vez, deverá estar estruturado na forma de perguntas associadas a cada um dos elementos vinculados às duas componentes metacognitivas e entendidas como favorecedor da aprendizagem (ROSA, 2014).

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 em relação à tarefa proposta (resolução de problemas em Física). Segundo Figueira (2003), essa componente metacognitiva desenvolve-se através da tomada de consciência do indivíduo sobre suas variáveis pessoais, bem como as relacionadas à tarefa a ser realizada e as estratégias necessárias para isso.

Tais questionamentos em relação ao conhecimento do próprio conhecimento podem ser estruturados pelo professor a partir de perguntas simples como as exemplificadas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Exemplos de perguntas para compor os *prompts*: conhecimento do conhecimento

Conhecimento do conhecimento	Pessoa	O que eu conheço sobre o assunto desse problema? Qual conhecimento pode ser relacionado com essa atividade? O conhecimento que eu tenho disponível é o necessário para resolver esse problema? Se não, quais conhecimentos poderiam contribuir para o desenvolvimento dessa atividade?
	Tarefa	Já realizei alguma atividade semelhante a essa? Tenho dificuldades em resolver situações problema desse tipo?
	Estratégia	Compreendo quais as etapas iniciais da resolução do problema? Conheço estratégias que podem ser utilizadas na realização dessa atividade? Consigo identificar uma estratégia mais adequada para resolver o problema?

Fonte: autora, 2016.

Tais perguntas poderão nortear os estudantes de modo a proporcionar o pensar sobre seus recursos cognitivos para a resolução do problema proposto e, posteriormente, iniciar o processo de controle executivo e autorregulador necessário à solução do problema apresentado. Esse processo está associado à segunda componente metacognitiva e vincula-se, no entender de Rosa (2014), ao planejamento, à monitoração e à avaliação das ações em relação ao objetivo proposto (resolução do problema apresentado pelo professor).

Essa segunda componente pode igualmente ser orientada por perguntas como as exemplificadas no Quadro 3:



Quadro 3: Exemplos de perguntas para compor os prompts: controle executivo e autorregulador

Autorregulação	Planificação	Qual a melhor estratégia para utilizar na resolução desse problema? Qual é o objetivo do problema? Quais as grandezas Físicas envolvidas nesse problema? Quais operações preciso realizar para resolvê-lo? Qual a ordem das minhas ações?
	Monitoração	O desenvolvimento da minha resolução está indo ao encontro do objetivo do problema? Preciso modificar alguma estratégia que estou utilizando?
	Avaliação	O resultado encontrado é coerente com as discussões teóricas realizadas sobre o conteúdo? As unidades de medida estão de acordo com a grandeza requisitada? Outra estratégia teria surtido um resultado melhor que a escolhida? Quais os novos conhecimentos adquiridos a partir desse problema?

Fonte: autora, 2016.

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. A opção desse estudo é composta por *prompts* mais gerais ou que sirvam para classes de problemas, uma vez que a estruturação de um guia específico para um problema não se mostra viável para o tipo de problemas objetos de discussão nesse trabalho. Os problemas do tipo *lápiz e papel* são aqueles que se-

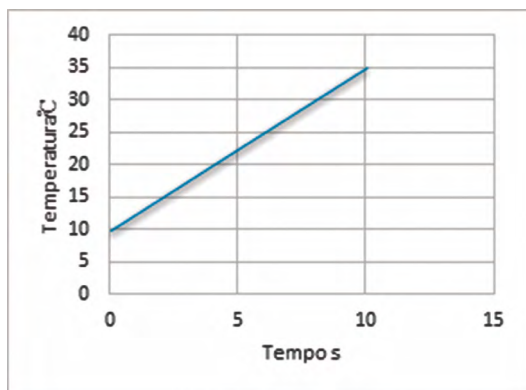
guem uma estrutura mais ou menos próxima de resolução e, portanto, podem ser guiados por *prompts* mais genéricos, envolvendo perguntas como as exemplificadas nos quadros anteriores.

A proposta é que o professor inicialmente discuta com os alunos a importância e os benefícios para a aprendizagem no uso do pensamento metacognitivo e na sequência discuta a utilização dos *prompts* como possibilidade para a evocação dessa forma de pensamento. A partir disso, o professor poderá construir um guia coletivamente com os alunos ou oportunizar que cada um construa o seu e que o utilize na resolução de problemas. Uma opção é que os alunos construam cartões com o seu *prompt* e tenham eles sempre em mãos, para guiá-los nas tarefas de resolução de problemas.

O uso dessa estratégia poderá guiar os alunos em seus pensamentos frente à busca pela resolução de problemas, e, com a frequência de uso, acredita-se, a evocação desse pensamento ocorrerá de forma automática, sem a necessidade de guiar-se pelas perguntas. Almeja-se que os estudantes possam ser autônomos em seu processo de utilizar pensamentos associados às duas componentes metacognitivas, o conhecimento do seu próprio conhecimento e a autorregulação.

A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

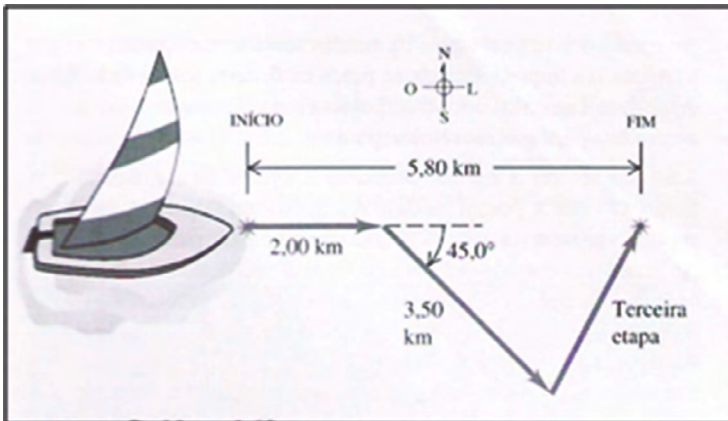
1. Uma fonte térmica com potência constante de 75 cal/s fornece energia a um corpo de massa 100 g, que absorve toda energia proveniente da fonte e tem temperatura variando em função do tempo, conforme o gráfico abaixo. A capacidade térmica desse corpo e o calor específico da substância de que é constituído são, respectivamente, iguais a:



2. A área de contato de um dos pneus de um automóvel com o solo vale  $100 \text{ cm}^2$ . 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.
3. Uma velejadora encontra ventos que impelem seu pequeno barco a vela. Ela veleja 2,00 km de oeste para leste, a seguir 3,50 km para sudeste e depois

uma 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)



4. Uma moça de 40 kg e um trenó de 8,4 kg estão sobre a superfície de um lago gelado, separados por 15m. A moça aplica sobre o trenó uma força horizontal de 5,2 N, puxando-o por uma corda, em sua direção.
- (a) Qual a aceleração do trenó?
  - (b) Qual a aceleração da moça?
  - (c) A que distância, em relação a posição inicial da moça, eles se juntam, supondo nulas as forças de atrito?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 39)

# Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema

---

A proposta aqui é guiar o aluno no sentido de que ele monitore e avalie sua aprendizagem. 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 segunda proposta didática a ser apresentada nesse estudo referente à utilização do pensamento metacognitivo na resolução de problemas em Física dá realce ao componente do controle executivo e autorregulador, como forma do es-

tudante ativar a identificação dos seus próprios conhecimentos.

Dessa forma, propõe-se que, em situações de resolução de problema do tipo *lápiz e papel*, o aluno 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 conhecimentos necessários para a resolução do problema apresentado. 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. Recorrendo a Ausubel (2003), pode-se entender a importância que os conhecimentos prévios exercem na apropriação dos novos. De acordo com o autor, ancorando-se novas informações nas já disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, o con-

teúdo terá maior possibilidade de vir a se tornar uma aprendizagem significativa.

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. Em relação a isso, especialmente ao recurso da monitoração, Rosa (2011, p. 55) menciona que ela representa a capacidade de “controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário”.

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. Para Rosa (2011, p. 40), o momento de avaliação “pode servir para entender o processo da execução da atividade, o conhecimento dela

decorrente, ou ainda, para identificar possíveis falhas no processo” .

Um exemplo da capacidade de avaliar se dá durante as resoluções de problemas. Se o enunciado está solicitando o valor referente à grandeza tempo, o indivíduo que achar o resultado em Newtons (N), por exemplo, retomando e analisando a proposta, será capaz de perceber que seu resultado não é coerente, portanto, terá que reelaborar suas estratégias. A esse respeito, Coleoni et al. (2001) afirmam que existem níveis de representação das situações e que 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 e 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 problema proposto. Ao invés de ler superficialmente o 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 proposto, corrigir eventuais erros e analisar se o resultado condiz com o proposto, promovendo assim um pensamento autorregulador.

Dessa forma, a proposta explicitada aqui é centrada na potencialidade de reconstrução da situação-problema e na utilização da representação por meio de desenhos como possibilidade de compreensão e solução do problema apresentado.

A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

1. Um móvel de massa 800 kg, com uma velocidade de 108 km/h, sofre uma colisão cessando seu movimento após dois segundos. A razão entre os módulos da desaceleração média do móvel durante a colisão, e a aceleração da gravidade é de:
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.

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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28 - com adaptações)

4. Uma 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, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 90)

# Explicação da situação-problema ao colega

---

A proposta seguinte está centrada na possibilidade de os estudantes dialogarem sobre seus conhecimentos e suas estratégias frente aos problemas apresentados. Rosa (2011), em seu estudo, baseada nas considerações de Chi, Glaser e Rees (1982), Larkin (1983) e Souza e Fávero (2002), 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. Tais estudos apontam que os *experts* analisam 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 a substituição das variáveis na expressão matemática, pouco analisando a situação sob o ponto físico.

Nesse sentido, a ideia essencial dessa proposta é que o aluno identificado pelo professor como *expert*

interaja com um aluno 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. Dessa forma, promover espaços de trocas e de diálogo entre os colegas no momento em que resolvem problemas em Física 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” (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 364).

O grande potencial de atividades como essa, em que há troca entre colegas, é ancorado no fato de que, conforme Araujo e Mazur (2013, p. 375), 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”. 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, de acordo com Rosa (2011, p. 25), 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”.

Nessa etapa, ele irá 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 sua potencialidade 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. Para Rosa (2011, p. 54), “somente

quando o sujeito regula ou monitora suas tarefas de cognição é que pode tirar benefícios dos fracassos, deixando de lado as estratégias inadequadas”.

Com esse objetivo, a terceira proposta didática para resolução de problemas em Física fica caracterizada pela troca entre colegas e pela explicitação no modo de pensar. A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

1. Deposita-se, uniformemente, carga elétrica no valor de  $+4,8 \times 10^{-5}$  C sobre uma pequena esfera não condutora. Uma partícula com carga  $-3,2 \times 10^{-6}$  C, colocada a 30 cm da esfera, sofre uma força atrativa de módulo 30 N. Outra partícula, com carga  $-6,4 \times 10^{-6}$  C, colocada a 60 cm da esfera, sofrerá uma força atrativa de módulo, em N:
2. Uma chapa metálica quadrada tem a  $0^\circ\text{C}$  2m de lado, e um orifício circular de 1mm de diâmetro, o coeficiente de dilatação linear do metal é  $10 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Determinar a área da chapa (incluindo o orifício) a  $100^\circ\text{C}$
3. 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 N?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 9)

4. Uma pessoa de 80 kg salta de paraquedas e experimenta uma aceleração, para baixo, de  $2.5 \text{ m/s}^2$ . O paraquedas tem 5 kg de massa.
- (a) Qual a força exercida, para cima, pelo ar sobre o paraquedas?
  - (b) Qual a força exercida, para baixo, pela pessoa sobre o paraquedas?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 52)

# Resolução de problemas com elaboração de predições

A quarta proposta didática estruturada para o presente estudo tomou como referência a importância da predição como aspecto estruturante da cognição e ativador do pensamento metacognitivo. O predizer leva à recuperação na memória de conhecimentos que poderão servir de ancoradouro para os novos e subsidiar a aprendizagem.

Nesse contexto, a evocação do pensamento metacognitivo é favorecida na medida em que o aluno, ao mesmo tempo em que busca argumentos para subsidiar as suas hipóteses ou predições sobre a solução de um determinado problema, reconhece seus conhecimentos sobre o assunto e sobre a tarefa a ser realizada, e, também, estrutura mentalmente uma possibilidade de solução.

Rosa (2011, p. 142) menciona que a formulação de hipóteses durante a busca pela solução de um problema possibilita ao estudante “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”.

Frente a essa 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 predição 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 predições iniciais. Caso ele identifique uma discordância, deverá analisar se o erro está na formulação de sua hipótese ou no processo de resolução do problema.

A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

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:

(Fonte: <<http://www.uff.br/vestibular-e-pism/edicoes-anteriores>>)

2. Uma pessoa caminha 1,5 passo/segundo, com passos que medem 70cm cada um. Ela deseja atravessar uma avenida com 21 metros de largura. O tempo mínimo que o sinal de trânsito de pedestres deve ficar aberto para que essa pessoa atravesse a avenida com segurança é:

(Fonte: <<http://www.ufes.br/content/processos-anteriores>>)

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

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28)

4. Um taco de sinuca atinge uma bola, exercendo uma força média de 50 N em um intervalo de 10 ms. Se a bola tivesse massa de 0,20 kg, que velocidade ela teria após o impacto?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 10)

# Aplicação da proposta didática

---

Como forma de ilustrar a aplicação das quatro propostas didáticas, descreve-se na continuidade a oficina desenvolvida com alunos de um curso de licenciatura em Física e que foi estruturada em encontros e atividades extraclasse, perfazendo um total de 20 horas/aula. A oficina, na forma de um curso de extensão (“Metacognição: um apoio à resolução de problemas em Física”), teve como objetivo discutir os fundamentos da metacognição e abordar as quatro propostas desenvolvidas no estudo. Esta oficina que está descrita na dissertação de mestrado da primeira autora, teve como público alvo 13 acadêmicos que foram selecionados por livre adesão.

O cronograma a seguir ilustra a forma com a oficina foi estruturada e quais os conteúdos/tópicos abordados em cada encontro. A síntese do relato de cada encontro vem na sequência.

Quadro 4: Cronograma das atividades realizadas no curso de extensão

Encontro	Horas-aula	Atividade
1	4	Apresentação da proposta de estudo. Discussão dos fundamentos teóricos da metacognição e do uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas. Atividade de leitura envolvendo o uso de estratégia metacognitiva. Indicação de leitura para o próximo encontro.
2	4	Aplicação e discussões de duas propostas didáticas elaboradas para o estudo: uso de <i>prompts</i> orientativos e reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema.
3	4	Aplicação e discussões de outras duas propostas didáticas elaboradas para o estudo: explicação da situação-problema a um colega e resolução de problemas com predições. Encaminhamento de problemas como atividade a ser realizada para o próximo encontro.
4	4	Discussões referentes aos problemas resolvidos e às escolhas feitas em cada um dos problemas. Síntese final das atividades.

Fonte: Autores, 2017.

## Primeiro encontro: fundamentos teóricos da metacognição

O primeiro encontro do curso iniciou pela apresentação da proposta de atividades, seus objetivos e cronograma. Na continuidade, ressaltou-se aos participantes – que serão aqui denominados de “estudantes” – a importância de terem um olhar crítico sobre as atividades a serem desenvolvidas e, como futuros professores, de associarem esses conhecimentos à prática pedagógica futura.

Após o discurso introdutório, os estudantes passaram a se apresentar, mencionando o nível em que se encontravam no curso de graduação, as razões que os levaram a realizar o curso de extensão e quais as suas experiências com alunos do ensino médio. O objetivo estava em identificar as expectativas para o curso e quais as experiências vivenciadas em termos de docência.

Antes de iniciar as explicações sobre os fundamentos teóricos da metacognição, conforme previsto no cronograma de atividades, foi realizada uma atividade com o intuito de resgatar conhecimentos prévios dos alunos e identificar seus entendimentos sobre ensino de Física e sobre o metacognição do curso. Para esse resgate dos conhecimentos prévios dos alunos, recorreu-se à técnica denominada brainstorming, que permitiu registrar palavras e expressões que os estudantes associam ao ensino de Física.

A partir dessas discussões realizadas pelos estudantes, abordou-se a relação sobre a realidade do ensino com o proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (2002), principalmente ao que concerne ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Foram citadas pesquisas como as desenvolvidas por Chi, Glaser e Rees (1982); Ribeiro (2003) e Rosa (2011), que apontam que um aluno autônomo é aquele que utiliza o pensamento metacognitivo, então, a par-

tir desse momento, iniciaram-se as discussões acerca da metacognição.

Para compreender melhor os conhecimentos prévios dos estudantes referentes ao tema metacognição, eles foram questionados sobre o significado do termo “metacognição” e o conceito envolvido. Esse resgate foi importante uma vez que proporciona a identificação do que os alunos sabem e permite estruturar a fala relativa ao conteúdo específico a ser abordado no tema. Após as intervenções dos estudantes, iniciou-se a explanação dos fundamentos teóricos e das estratégias metacognitivas, utilizando-se como recurso a apresentação de *slides* em PowerPoint.

Essa apresentação foi selecionada como ferramenta para nortear a fala do encontro que inicialmente abordou o significado do termo “metacognição” e suas múltiplas compreensões. Na sequência, foi apresentada a definição de metacognição segundo o proposto por Flavell (1976, 1979), acrescida das discussões dos estudos dele com Wellman (1977) e das contribuições de Brown (1987), especialmente no detalhamento do controle executivo e autorregulador. Tais discussões tiveram como referência as obras de Rosa (2011; 2014), que são as que nortearam o presente estudo, bem como foram complementadas com os trabalhos de Campanario e Otero (2000), Neto e Valente (2001) e Hinojosa e Sanmarti (2016).

Ao longo da apresentação, foram realizadas discussões referentes às componentes metacognitivas, especificamente sobre o conhecimento do conhecimento e o controle executivo autorregulador. Além disso, foi dada ênfase a cada um dos elementos, como identificado por Rosa (2011) e discutida a forma como a autora operacionalizou tais elementos em suas pesquisas vinculadas ao ensino de Física.

Após o estudo do conceito de metacognição, suas componentes e elementos, passou-se a discutir as estratégias de aprendizagem, tomando-se com referência as obras de Monereo et al. (1994) e Rosa (2014). Inicialmente, foram abordadas as estratégias cognitivas e diferenciadas das metacognitivas. Além disso, foi dada ênfase ao apresentado por Monereo (2001) sobre a importância de abordar as estratégias juntamente com os conteúdos.

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 dos artigos para o próximo encontro, recorrendo à própria metacognição. Nesse sentido, foi apresentada a eles a estratégia metacognitiva desenvolvida por Jacobowitz (1990) denominada de “Author’s Intended Message” (AIM). Para a operacionalização dessa estratégia foi elaborado e entregue aos alunos um guia

orientativo para que eles procedessem à leitura do texto a partir dele. Além disso, foi entregue uma ficha de registros para ser completada no momento da leitura.

A partir das discussões envolvendo a utilização do AIM e de como deveriam preencher a ficha, foi entregue o texto que deveria ser lido para o próximo encontro: “Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física”, de autoria de Julià Hinojosa e Neus Sanmartí. O texto foi selecionado como forma de introduzir os estudantes no tema a ser explorado no segundo encontro: resolução de problemas com estratégias metacognitivas.

## Segundo encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas

O segundo encontro do curso teve início com as discussões referentes à atividade de leitura encaminhada no encontro anterior - estratégia AIM. Os estudantes trouxeram para o encontro a ficha de registro preenchida, conforme solicitado, e iniciaram as atividades procedendo ao debate sobre o preenchimento da ficha. Como a ficha estava preenchida a partir do texto sobre resolução de problemas, pode-se considerar que esse momento foi o que introduziu as discussões sobre a temática desse segundo encontro.



Após as discussões sobre o texto e a estratégia utilizada para leitura, iniciou-se uma explanação sobre resolução de problemas. Os estudantes foram questionados sobre como eles percebem a resolução de problemas no ensino de Física e responderam que essa é a estratégia mais utilizada pelos professores, contudo, geralmente associada à memorização. Na sequência, foi pedido que eles diferenciasssem um problema de um exercício.

Na continuidade, deu-se prosseguimento ao encontro, apresentando as quatro propostas de orientação metacognitiva elaboradas e estruturadas para este estudo. Ao iniciar a apresentação das propostas, foram ressaltados os objetivos de seu desenvolvimento e da importância de os estudantes já se colocarem como professores ao utilizar cada uma das propostas e analisar a pertinência de aplicá-las em sala de aula.

Partindo da experiência dos estudantes, foram discutidas as relações entre aprender enquanto estudante e aprender na condição de professor. A experiência dos participantes contribuiu para enaltecer essas diferenças e mostrar que o modo como aprendemos nem sempre está relacionada ao modo como ensinamos. 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 propostas neste estudo têm exatamente este intuito, o de possibilitar que o professor as utilize como estratégia de ensino, mediante o 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, seguindo o cronograma. Após a explanação teórica sobre cada uma dessas propostas didáticas, 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 deste estudo.

Durante a resolução das situações-problemas, os alunos foram orientados a fazer anotações sobre o desenvolvimento de cada uma das propostas para ser discutido no último encontro.

## 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, dentro da proposta deste estudo.

Após essas discussões iniciais, foram apresentadas as outras duas propostas didáticas de orientação metacognitiva para 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 aluno recebeu material com questões para serem resolvidas utilizando as duas propostas em discussão.

Na resolução utilizando a proposta do auxílio do colega, o indicado foi que as duplas fossem formadas por um estudante considerado *expert* e outro novato, segundo o mencionado na descrição da proposta. Considerando que os participantes do curso eram estudantes universitários, a formação da dupla foi livre desde que respeitada a condição anterior. Esse momento se revelou rico em termos metacognitivos, pois os alunos tiveram de se reconhecer e reconhecer as características do outro. Como mencionado por Rosa (2014), isso está vinculado ao elemento metacognitivo pessoa e faz com que o sujeito busque a sua identificação e estabeleça comparações com o outro.

Já nesse momento eles começaram a ter que resgatar seus conhecimentos acerca de si mesmos e sobre o tipo da tarefa, segunda variável presente na 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, destaque da autora).

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. O aluno *expert*, ao compartilhar com o novato, faz com que ambos experienciem essas etapas ao longo da resolução do problema. O *expert* se desenvolve ao resgatar seus pensamentos e ações, paralelamente, o novato internaliza novos conhecimentos de conteúdo e também ligados aos processos autorregulatórios.

A segunda proposta de resolução de problemas metacognitiva a ser trabalhada nesse encontro e a quarta do estudo apontaram para a importância de elaborar hipóteses antes de iniciar a atividade. As atividades que envolvem elaboração de hipóteses ou previsões, segundo Rosa (2011, p. 142), têm a possibilidade de mobilizar, construir e reconstruir de forma progressiva os conhecimentos disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes.

O encontro foi finalizado com a entrega de uma lista de situações-problemas que os estudantes 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 iniciou pelas discussões sobre a forma como haviam sido realizadas as situações-problema apresentadas no material entregue no encontro anterior.

Após as reflexões de cada estudante frente às propostas abordadas no curso e as situações-problemas apresentadas, passou-se a debater sobre a viabilidade delas em termos de aplicação na escola. A seguir, foi discutido sobre o uso das quatro propostas didáticas, de modo individual.

Para finalizar as discussões, foi solicitado aos estudantes que falassem sobre uma visão geral a respeito das quatro propostas e como eles as utilizariam em suas atividades docentes.

# Reflexões finais

---

As propostas apresentadas representam alternativas para os professores. A seleção de qual proposta irão utilizar pode ser feita mediante o tipo de problema a ser realizado ou mesmo diante das características da turma/estudante. Assim, pressupõe-se que o professor ou o aluno poderá guiar suas escolhas frente ao conteúdo ou o tipo de problema que se apresenta. Não há, portanto, uma proposta específica para cada tipo de problema ou conteúdo, mas sim a orientação de que a escolha seja acompanhada da identificação de características do problema, do sujeito ou da turma.

Tal orientação encontra-se apoiada na própria metacognição, em que a primeira componente apresenta a necessidade de que os sujeitos identifiquem seus conhecimentos e possam, a partir deles, proceder às suas escolhas. É uma tomada de consciência sobre o que eu sei sobre mim e sobre a tarefa a ser executada, e essa identificação regula minha ação executiva. Evidentemente que, em um contexto de sala de aula, muitas vezes, as decisões precisam ser coletivas e, nesse caso, o professor poderá tomar a decisão e indicar a proposta que ele deseja que os alunos devam utilizar.

Contudo, o ideal é que os alunos conheçam as quatro propostas e procedam às suas escolhas.

Para que isso ocorra, vale lembrar o mencionado por Monereo (2001), de que para os professores aplicarem estratégias metacognitivas é necessário que também tenham se servido delas em suas próprias aprendizagens. Portanto, a estrutura de oficina apresentada nesta obra possibilita um momento de aproximação de professores em formação inicial com o tema da metacognição e as propostas de resolução de problemas, contribuindo com a oportunidade de aprender, analisar e discutir novas alternativas didáticas.

A realização de uma oficina pedagógica relacionada à metacognição, na qual foram abordadas propostas para a resolução de problemas, com orientação metacognitiva, revelou-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. Sobre isso, ainda, destaca-se que o curso oferecido, bem como este texto de apoio, apresentam 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 bibliográficas

---

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. 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*, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

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

CAMPANARIO, Juan Miguel; OTERO, José C. 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*, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

CHI, Michelene T.; GLASER, Robert; REES, Ernest. Expertise in problem solving. In: STERNBERG, Robert J. (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence*. v. 1. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1982.

COLL, César. Acción, interacción y construcción del conocimiento en situaciones educativas. *Revista de Educación*, v. 279, p. 9-23, 1986.

COLEONI, Enrique A. La construcción de la representación en la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 3, p. 285-298, 2001.



COUCEIRO FIGUEIRA, Ana Paula. Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2003.

DAVIS, Claudia; NUNES, Marina M. R.; NUNES, Cesar A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. *Cadernos de Pesquisa*, v. 35, n. 125, p. 205-230, 2005.

DUNLOSKY, John et al. Improving students' learning with effective learning techniques: promising directions from Cognitive and educational psychology, *Psychological Science in the Public Interest*, v. 14, n. 1, p. 4-58, 2013.

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

\_\_\_\_\_; WELLMAN, Henry M. Metamemory. In: KAIL, Robert V.; HAGEN, John W. (Eds.). *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977. p. 3-33.

\_\_\_\_\_. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive - developmental inquiry. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

\_\_\_\_\_; MARKMAN, Ellen M. (Eds.). *Handbook of child psychology cognitive development*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1983, v. 3, p. 77-166.

\_\_\_\_\_. Speculations about the nature and development of metacognition. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer H. (Eds.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 21-29.

\_\_\_\_\_; MILLER, Patricia H.; MILLER, Scott A. *Desenvolvimento cognitivo*. Tradução de Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

GIACONI, Catia et al. Dar corpo à didática: diálogos internacionais. *Revista CEFAC*, p. 336-345, 2014.

GONZÁLEZ, Fredy E. Acerca de la metacognición. *Revista Paradigma*, 1996. Disponível em: < <http://www.revistaparadigma.org/ve/Doc/Paradigma96/doc5.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

HINOJOSA, J., SANMARTI, N. Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física. *Ciência & Educação*. Bauru, v. 22, n. 1, p. 7-22, 2016.

LAFORTUNE, Louise; SAINT-PIERRE, Lise. *A afetividade e a metacognição na sala de aula*. Trad. Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

LARKIN, Jill H. The role of problem representation in physics. *Mental Models*, p. 75-98, 1983.

MONEREO, Carles; POZO, Juan Ignacio; CASTELLÓ, Montserrat. La enseñanza de estrategias de aprendizaje en el contexto escolar. *Psicología de la educación escolar*, p. 235-258, 2001.

MONEREO, Carles. La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. In: \_\_\_\_\_. *Ser estratégico y autónomo aprendiendo*. Barcelona: Graó, 2001. p. 11-27.

\_\_\_\_\_; CASTELLÓ, Montserrat. *Las estrategias de aprendizaje: cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Barcelona: Edebé, 1997.

POZO, Juan Ignacio. Estrategias de aprendizaje. In: PALACIOS, Jesus; MARCHESI ULLASTRES, Álvaro; COLL SALVADOR, César. *Desarrollo psicológico y educación*. v. 2, 1990. p. 199-221.

\_\_\_\_\_; POSTIGO, Yolanda. *Los procedimientos como contenidos escolares: uso estratégico de la información*. 2000.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*. 2003.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.

\_\_\_\_\_; ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005.

\_\_\_\_\_; PINHO-ALVES, Jose. A dimensão metacognitiva na aprendizagem em Física: relato das pesquisas brasileiras. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 3, p. 1117-1139, 2009.

\_\_\_\_\_. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

\_\_\_\_\_. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: UPF Editora, 2014.

\_\_\_\_\_; ROSA, Álvaro B. Ensino de Física por estratégias metacognitivas: análise da prática docente. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 11, n. 1, 2016.

\_\_\_\_\_; DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Álvaro Becker da. A ação didática como ativadora do pensamento metacognitivo: a análise de um episódio fictício no ensino de Física. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, p. 3-22, 2014.

\_\_\_\_\_; SANTOS, Ana Cláudia; RIBEIRO, Cássia. Pensamento metacognitivo em estudantes do ensino médio: elaboração, validação e aplicação de um instrumento. CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 4, Santo Ângelo, 2017. (no prelo).

SOUSA, Célia Maria S. G.; FÁVERO, Maria. Helena. Um estudo sobre resolução de problemas de Física em situação de interlocução entre um especialista e um novato. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, Águas de Lindóia. *Atas...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Trad. José Cipolla Netto et al. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

ZIMMERMAN, Barry J. et al. A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of educational psychology*, v. 81, n. 3, p. 329-339, 1989.

# Sobre as autoras

---

**Caroline Maria Ghiggi** – Professora da rede privada de ensino no município de Passo Fundo, RS. Graduação em Física pela Universidade de Passo Fundo, Especialização em Física para a Educação Básica e mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo.

**Cleci Teresinha Werner da Rosa** – Professora do Curso de Física na Universidade de Passo Fundo, RS e docente Permanente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e no Programa de Pós-Graduação em Educação ambos na Universidade de Passo Fundo. Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina, SC. Autora da obra *Metacognição no Ensino de Física: da concepção à aplicação*, publicado pela UPF Editora e de diversos artigos envolvendo o tema “metacognição”.