

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Marivane de Oliveira Biazus

ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NO ENSINO
DE FÍSICA: ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO
DIDÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Passo Fundo

2021

Marivane de Oliveira Biazus

**ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NO ENSINO
DE FÍSICA: ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO
DIDÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Faculdade de Educação, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Educação, sob a orientação da Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Passo Fundo

2021

CIP – Catalogação na Publicação

B579e Biazus, Marivane de Oliveira
Estratégias metacognitivas no ensino de física [recurso eletrônico] : análise de uma intervenção didática no ensino médio / Marivane de Oliveira Biazus. – 2021.
3.7 Mb. ; PDF.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, 2021.

1. Metacognição. 2. Física – Estudo e ensino. 3. Física (Ensino médio). 4. Aprendizagem por atividades. I. Rosa, Cleci Teresinha Werner da, orientadora. II. Título.

CDU: 372.853

Catalogação: Bibliotecária Schirlei T. da S. Vaz - CRB 10/1364

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

“ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO MÉDIO”

Elaborada por

Marivane de Oliveira Biazus

Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação, do Faculdade de Educação, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial e final para a obtenção do grau de Doutora em Educação

Aprovada em: 16 de novembro de 2021

Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
Presidente da Banca Examinadora
Orientadora

Prof. Dr. Eldon Henrique Mühl
Universidade de Passo Fundo

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

Prof. Dr. Jesus Ángel Menses Villagrà
Univervidade de Burgos/Espanha

Prof. Dr. Altair Alberto Fávero
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação

Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz
Universidade de Passo Fundo

AGRADECIMENTOS

A minha gratidão a uma pessoa muito especial que é a minha orientadora Dra. Cleci T. Werner da Rosa. Foi uma jornada muito especial e incrível, na qual tive inúmeros ensinamentos que levarei para a vida. Quero agradecer a dedicação, atenção, paciência, comprometimento, conselhos, e sobretudo, por acreditar no meu trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da UPF, que contribuíram para a minha formação e proporcionaram um aprendizado muito rico que levarei para o meu trabalho.

Aos meus colegas, em especial, minhas queridas amigas Zenaide, Raquel, Lilian e Fernanda pelos momentos de alegria, troca de conhecimentos e experiências que jamais esquecerei.

Aos meus queridos alunos que se dispuseram a participar e contribuir para a realização da minha pesquisa. Agradeço a dedicação, o interesse e a participação em nossos encontros e, também, por fazerem o meu trabalho ter sentido.

À minha família, pela compreensão nos momentos em que não pude me fazer presente, pelo incentivo e apoio durante a realização dessa etapa da minha vida.

Ao meu marido, Vagner Biazus, pela paciência, compreensão e pelo incentivo durante toda a caminhada.

Por fim, a Deus, por me permitir viver momentos especiais como esse.

*Educação não transforma o mundo.
Educação muda as pessoas.
Pessoas mudam o mundo.*

Paulo Freire

RESUMO

O estudo parte do entendimento de que a Física contemplada nos currículos escolares precisa fornecer condições aos estudantes para melhor compreender e explicar o mundo vivencial, mas que, ao mesmo tempo, deve oportunizar condições para que eles possam continuar aprendendo. Com base nessa premissa, identifica que no contexto do ensino médio alguns estudantes evidenciam dificuldades de compreensão dos conceitos desse componente curricular. Segundo a literatura especializada, tais dificuldades podem ser amenizadas mediante a ativação do pensamento metacognitivo durante a realização das atividades de aprendizagem. Ancoram essa constatação estudos da área de ensino de Física que apontam o uso do pensamento metacognitivo como um dos fatores que diferenciam os alunos que apresentam facilidade dos que relatam enfrentar dificuldades nessa disciplina. Em termos teóricos, a presente investigação é pautada por Rosa (2011) e seu conceito de metacognição, seus componentes e seus elementos, assim como e pelas discussões de Monereo e colaboradores (1994; 2001) sobre o uso de estratégias metacognitivas no contexto escolar. Apoiando-se nesse embasamento teórico, a pesquisa busca avaliar as contribuições de um processo de intervenção didática orientada por estratégias metacognitivas para mobilizar o pensamento metacognitivo dos estudantes, de modo a torná-los mais conscientes de seus conhecimentos e capazes de proceder a ações de autorregulação nas situações de aprendizagem. Como pergunta de pesquisa, coloca-se a seguinte questão: que efeitos são percebidos, nos e pelos estudantes, em termos da utilização do pensamento metacognitivo frente a um processo de intervenção didática em Física guiado por estratégias metacognitivas? Considerando que os estudantes com dificuldade de aprendizagem mencionam não recorrer ao pensamento metacognitivo durante as atividades didáticas, propõe-se uma reorganização das ações do componente curricular Física para que passem a envolver estratégias metacognitivas. A aplicação da proposta, organizada em seis encontros, promovidos em turno alternativo ao das aulas regulares, se restringe a um pequeno grupo de estudantes que relatam ter dificuldades de aprendizagem. Metodologicamente, o estudo está ancorado na perspectiva qualitativa, envolvendo a utilização de questionários pré e pós-teste, bem como a coleta de registros escritos e verbais feitos pelos estudantes durante a intervenção didática e, ao final de cada encontro, pela pesquisadora, que é também professora da turma. Os resultados estão dispostos em duas categorias estabelecidas *a priori* segundo o referencial teórico: conhecimento do conhecimento e controle executivo e autorregulador. Tais resultados apontam para a viabilidade da proposta, pois identificam que os estudantes procedem à mobilização de seus pensamentos por meio das ações didáticas adotadas durante os encontros. Todavia, isso ocorre de forma distinta para cada integrante do estudo e para cada elemento metacognitivo em análise.

Palavras-chave: Metacognição. Proposta didática. Consciência metacognitiva.

METACOGNITIVE STRATEGIES IN PHYSICS' TEACHING: ANALYSIS OF A DIDACTIC INTERVENTION IN HIGH SCHOOL

ABSTRACT

The research starts with the recognition that some students who attend High School show difficulties in Physics comprehension, which can be eased through the activation of metacognitive thinking during the learning activities. Studies in the area of Physics that point to the use of metacognitive thinking as one of the factors that differentiate the students who show ease from those who have more difficulties in this subject bring up this premise. In theory, the present investigation is guided by the understanding of metacognition, of its components and elements by Rosa (2011) e through the discussions of Monereo and collaborators (1994; 2001) about the use of metacognitive strategies in the scholar context. Viewing that, the research aims to evaluate the contributions of a didactic intervention process oriented by metacognitive strategies to mobilize the metacognitive thinking of the students, in a way to make them more conscious of their knowledge and capable of proceeding action of self-regulation in learning situations. As research quotation is the following: which effects are noticed in the and by the students, in terms of metacognitive thinking, before a process of didactic intervention in Physics guided by metacognitive strategies? Considering the fact that the students with difficulties in learning mention not invoking the metacognitive thinking during the activities, a reorganization of actions of the Physics curricular component is proposed, so they start involving metacognitive strategies. The implementation of the proposal, which is organized in six meetings, promoted in alternative terms to the regular lessons, is restricted to a small group of students who claim to have learning difficulties. Methodologically, the study is anchored in the qualitative perspective, involving pre and post-test questionnaires, such as the collection of written and oral registration made by the students during the didactic intervention and at the end of each meeting by the researcher, who is the group's teacher. The results point out to the viability of the proposal, since they identify that the students proceed to the mobilization of their thoughts by means of didactic actions adopted during the meetings. However, this occurs in a distinct way to each member of the research and to each metacognitive element in analysis.

Key-words: Metacognition. Didactic proposal. Conscience metacognition.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Componentes e elementos metacognitivos.	28
Quadro 2 - Esquema das variáveis de memória	31
Quadro 3 - Ensino-aprendizagem do uso de procedimentos.	48
Quadro 4 - Descritores utilizados na pesquisa bibliográfica.	51
Quadro 5 - Estudos utilizados na revisão de literatura.	52
Quadro 6 - Diagrama ilustrativo das turmas e dos estudos e das ferramentas didáticas utilizadas nos ensaios	53
Quadro 7 - Instruções para a resolução dos problemas.	64
Quadro 8 - Questão 1 da atividade realizada pelas turmas 201 e 202.	65
Quadro 9 - Questão 1 da atividade realizada pela turma 203.	65
Quadro 10 - Questionário entregue aos alunos.	77
Quadro 11 - Questões utilizadas na atividade experimental.	78
Quadro 12 - Ficha de leitura.	88
Quadro 13 - Questionário adaptado para o estudo a partir do MAI e da ficha de observação utilizada em situação real de sala de aula.	103
Quadro 14 - Lista dos tópicos contemplado no estudo.	105
Quadro 15 - Problema explorando o fenômeno físico.	111
Quadro 16 - Explorando o cálculo de densidade.	113
Quadro 17 - Vamos falar de pressão atmosférica.	126
Quadro 18 - Algo do nosso cotidiano.	129
Quadro 19 - Atividade 1: Um pouco de história	131
Quadro 20 - Questões propostas na avaliação.	136
Quadro 21 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A1 para o conhecimento do conhecimento.	142
Quadro 22 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A2 para o conhecimento do conhecimento.	144
Quadro 23 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A3 para o conhecimento do conhecimento.	147
Quadro 24 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A4 para o conhecimento do conhecimento.	150
Quadro 25 - Identificação da presença do elemento metacognitivo <i>pessoa</i> segundo análise externa.	152

Quadro 26 - Identificação da presença do elemento metacognitivo <i>tarefa</i> segundo análise externa.	153
Quadro 27 - Identificação da presença do elemento metacognitivo <i>estratégia</i> segundo análise externa.	154
Quadro 28 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A1 para o controle executivo e autorregulador.	159
Quadro 29 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A2 para o controle executivo e autorregulador.	163
Quadro 30 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A3 para o controle executivo e autorregulador.	168
Quadro 31 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A4 para o controle executivo e autorregulador.	172
Quadro 32 - Identificação da presença do elemento metacognitivo <i>planejamento</i> segundo análise externa.	177
Quadro 33 - Identificação da presença do elemento metacognitivo <i>monitoramento</i> segundo análise externa.	177
Quadro 34 - Identificação da presença do elemento metacognitivo <i>avaliação</i> segundo análise externa.	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resolução da dupla GA1 para a questão 1	66
Figura 2 - Resolução da dupla GA2 para a questão 1	67
Figura 3 - Resolução da dupla GB1 para a questão 2.....	67
Figura 4 - Resolução da dupla GB2 para a questão 3.....	68
Figura 5 - Resposta do questionário inicial do aluno A1.	79
Figura 6 - Resposta do grupo 4.....	79
Figura 7 - Resposta do grupo 5.....	80
Figura 8 - Respostas obtidas antes da leitura pela dupla D4.	90
Figura 9 - Respostas obtidas durante a leitura pela dupla D4.	90
Figura 10 - Respostas obtidas após a leitura pela dupla D4.	90
Figura 11 - Respostas obtidas antes da leitura pela dupla D9.	91
Figura 12 - Respostas obtidas durante a leitura pela dupla D9	92
Figura 13 - Respostas obtidas após a leitura pela dupla D9.	92
Figura 14 - Imagens abordando o conceito de densidade.....	110
Figura 15 - Conjunto de imagens sobre pressão.....	115
Figura 16 - Respostas dadas pelos alunos ao conceito de pressão.	115
Figura 17 - Tabela relativa a atividade do Encontro 2.	118
Figura 18 - Passos para a realização da atividade construída pelos alunos.....	120
Figura 19 - Passos para a realização da atividade construída pelos alunos.....	122
Figura 20 - Passos incluídos e reorganizados após a realização da atividade.	123
Figura 21 - Quadro com as respostas apresentadas pelos alunos.	125
Figura 22 - Fichas com os questionamentos apresentadas pelos alunos.	127
Figura 23 - Quadro com o plano elaborado pelos alunos para a resolução do problema.....	128
Figura 24 - Respostas dadas pelos alunos ao quadro ideias iniciais do texto.....	132
Figura 25 - Nuvem de palavras criada em conjunto pelos alunos.	133
Figura 26 - Notas avaliativas dos alunos sobre as atividades desenvolvidas.	137
Figura 27 - Esquema apresentado por A2 no encontro 4	166

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	METACOGNIÇÃO E AS ESTRATÉGIAS METACOGNTIVAS	25
2.1	Definição de metacognição	25
2.1.1	<i>Elementos do conhecimento do conhecimento</i>	<i>29</i>
2.1.2	<i>Elementos do controle executivo e autorregulador.....</i>	<i>32</i>
2.1.3	<i>Outras compreensões sobre metacognição</i>	<i>34</i>
2.2	Cognição e metacognição	36
2.3	Estratégias metacognitivas: aprendizagem e ensino	39
2.3.1	<i>O professor e as estratégias de aprendizagem.....</i>	<i>43</i>
2.3.2	<i>Como trabalhar as estratégias de aprendizagem no contexto escolar.....</i>	<i>46</i>
3	ESTUDOS RELACIONADOS E OS PRIMEIROS PASSOS DA INVESTIGAÇÃO	51
3.1	Seleção dos estudos e contexto de aplicação dos estudos iniciais.....	51
3.2	Resolução de problemas em Física	54
3.2.1	<i>Estudos relacionados a resolução de problemas orientado pela metacognição</i>	<i>58</i>
3.2.2	<i>Relato de aplicação do ensaio associado a Resolução de Problemas</i>	<i>63</i>
3.3	Atividades Experimentais em Física	69
3.3.1	<i>Estudos relacionados as atividades experimentais orientada pela metacognição</i>	<i>71</i>
3.3.2	<i>Relato de aplicação do ensaio associado à Atividade Experimental</i>	<i>75</i>
3.4	Leitura e Compreensão de Textos Científicos.....	81
3.4.1	<i>Estudos associados a leitura e compreensão de texto associados a metacognição.....</i>	<i>83</i>
3.4.2	<i>Relato de aplicação do ensaio associado a Leitura e Compreensão de Textos Científicos.....</i>	<i>87</i>
3.5	Síntese dos estudos na forma de ensaios	93
4	METODOLOGIA.....	95
4.1	Aspectos metodológicos: a pesquisa qualitativa.....	95
4.2	Design, contexto e população	100
4.3	Instrumentos para produção de dados	101
4.3.1	<i>Questionário inicial e final.....</i>	<i>102</i>
4.3.2	<i>Registros escritos e verbais</i>	<i>104</i>
4.4	Relato da intervenção didática	105
4.4.1	<i>Encontro zero.....</i>	<i>107</i>

4.4.2	<i>Encontro 1</i>	109
4.4.3	<i>Encontro 2</i>	114
4.4.4	<i>Encontro 3</i>	119
4.4.5	<i>Encontro 4</i>	124
4.4.6	<i>Encontro 5</i>	130
4.4.7	<i>Encontro 6</i>	135
5	ANÁLISE DOS DADOS	138
5.1	Aspectos introdutórios	138
5.2	Categoria 1: Conhecimento do conhecimento	141
5.2.1	<i>Aluno 1</i>	142
5.2.2	<i>Aluno 2</i>	144
5.2.3	<i>Aluno 3</i>	147
5.2.4	<i>Aluno 4</i>	150
5.3	Análise da ativação do conhecimento do conhecimento	152
5.4	Categoria 2: Controle executivo e autorregulador	158
5.4.1	<i>Aluno 1</i>	159
5.4.2	<i>Aluno 2</i>	163
5.4.3	<i>Aluno 3</i>	168
5.4.4	<i>Aluno 4</i>	172
5.5	Análise do controle executivo e autorregulador	176
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	182
	REFERÊNCIAS	188
	APÊNDICE A - Questionário Pré e Pós-Teste	199
	APÊNDICE B - Atividade 1 – Densidade	200
	APÊNDICE C - Atividade 2 – Brincando com a pressão: Atividade Experimental	206
	APÊNDICE D - Atividade 3 – Pressão exercida pelos fluídos	210
	APÊNDICE E - Atividade 4 – Princípio de Arquimedes	215
	APÊNDICE F – Estratégias Metacognitivas no estudo da Hidrostática	221
	ANEXO A - Ofício de autorização para realização de pesquisa acadêmica	224
	ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	225
	ANEXO C - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE)	227

1 INTRODUÇÃO¹

Desenvolver um estudo na forma de uma tese de doutorado pressupõe uma entrega do pesquisador que envolve desde mudanças nos afazeres pessoais e familiares até uma reorganização das ações profissionais. A performance em um trabalho dessa natureza é perpassada por diferentes construções e desconstruções, leituras, reflexões, discussões e movimentos que não apenas estão permeados de dúvidas e anseios, mas também repletos de desejos, especialmente, no caso desta tese, do desejo de contribuir para a melhoria do aprendizado em Física.

Durante os primeiros passos no estabelecimento de uma questão norteadora, o pesquisador carrega uma bagagem que foi construída a partir de suas próprias vivências, suas experiências e suas eloquências. O pesquisador traz para a tela do computador, ao som de cada batida no teclado, um sentimento que foi aflorando ao longo de sua vida e que nesse momento direciona-se para a realização de um sonho, o título de doutor. Não apenas o título em si, mas também o seu significado diante da academia, para a constituição como um pesquisador. Assim sendo, não posso começar a discutir o problema de pesquisa sobre o qual me debruço nesta tese sem antes analisar o meu percurso acadêmico e que experiências me constituem e me autorizam a produzir este trabalho.

O desejo de me tornar uma professora surgiu ainda na minha infância, quando em um quadro improvisado na parede do meu quarto dava aula aos meus alunos imaginários. Os livros, a curiosidade e a busca pelo conhecimento me fascinavam, posto isto ir para a escola sempre representava um momento de muita alegria, pois lá encontrava o caminho para a minha busca. Ao longo da minha Educação Básica, a admiração que tinha pela profissão e por meus professores se transformou em meu objetivo profissional e, então, ao final do terceiro ano decidi unir o meu desejo de ser professora e o meu gosto pela Ciência e ingressar, no ano de 2004, no curso de Licenciatura em Física na Universidade de Passo Fundo.

Nesse período, passei a conhecer um universo encantador da Física e do conhecimento científico, e à medida em que ampliava os meus conhecimentos, também crescia em mim o desejo de levá-los para a sala de aula. Durante a graduação, os momentos que mais me marcaram foram os estágios, pois nesses momentos, ao retornar à escola agora na figura de professora – embora ainda em formação –, percebi a complexidade que envolve o contexto da

¹ Em razão da natureza híbrida do conteúdo da Introdução, reservo-me a possibilidade de utilizar diferentes pessoas do discurso, de acordo com o que é apresentado: relatos pessoais, relatos sobre as orientações, relatos sobre os estudos, questões teóricas e metodológicas, etc.

sala de aula, das relações existentes entre o ensino e a aprendizagem dos conceitos da Física e a importância do meu papel como educadora. Diante disso, ao concluir a minha graduação, senti que estava dando apenas o primeiro passo, e que precisava buscar mais conhecimento para compreender melhor aquele universo que acabara de conhecer.

Motivada pelas minhas percepções no estágio e pelo meu ingresso no Magistério Público Estadual, em 2009 iniciei um curso de especialização em Física, denominado “Física Experimental: Ênfase no laboratório didático direcionado à realidade das escolas”, finalizando em 2011. Nesse momento, a minha prática em sala de aula, bem como a minha busca por estratégias que pudessem auxiliar e melhorar o ensino e a aprendizagem dos conceitos de Física pelos meus alunos, conduziram-me para o caminho da pesquisa. Ao adentrar neste campo passei a olhar para as pesquisas que vinham sendo realizadas e relacioná-las com o meu contexto no intuito de buscar respostas para as minhas inquietudes. Porém, percebi que existiam ainda muitas lacunas a serem preenchidas.

Diante disso, em 2014 ingressei no curso de mestrado profissional, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UPF, concluído em 2016. Nesse momento, eu já tinha experiência tanto no ensino público quanto no privado, com passagens pelo Ensino Fundamental II, Ensino Médio e Ensino Superior. Ao vivenciar esses contextos, pude observar que as dificuldades de ensinar e aprender Física estavam presentes em diferentes níveis e locais. Deparei-me com alunos que diziam não gostar de Física, que não a compreendiam, e que a julgavam extremamente difícil. Isso foi motivador para pesquisar metodologias e ferramentas didáticas que pudessem ser utilizadas na sala de aula e que de alguma forma contribuíssem para a melhoria da prática do professor e, por consequência, da aprendizagem dos alunos.

Com a conclusão do mestrado passei a participar do Grupo de Pesquisa de Educação Científica e Tecnológica - GruPECT, mais especificamente das atividades vinculadas ao projeto intitulado “Metacognição e Afetividade nos Processos Educativos em Ciências”. Nesse projeto são realizadas discussões e reflexões a respeito da inserção da metacognição e afetividade nos processos educativos, especialmente no campo da Educação em Ciências. Essas discussões acabaram por despertar o meu interesse em investigar como poderia me valer da metacognição para qualificar o processo de aprendizagem em Física dos meus estudantes. Com esse objetivo, em 2017 ingressei no doutorado em Educação, e a partir das discussões suscitadas no grupo, e das minhas próprias experiências, delineou-se o meu objeto de pesquisa, o qual passo a apresentar a partir de agora.

O ensino médio, que no Brasil corresponde à última etapa da educação básica, tem por objetivo o aperfeiçoamento e a consolidação dos conhecimentos adquiridos no ensino

fundamental, possibilitando ao aluno o prosseguimento dos estudos ou habilitando-o ao trabalho. Nessa etapa, o jovem também deve ser preparado para adquirir autonomia intelectual, pensamento crítico e capacidade de atuar e interferir na sociedade. Além disso, ele deve ser capaz de compreender os fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática.

Somamos a isso a afirmação de Almeida (2002), segundo a qual a escola enquanto espaço de formação deve ter como objetivo central a transformação e o desenvolvimento pessoal dos educandos, e sobretudo, a responsabilidade de ensinar os alunos a aprender e a pensar como se aprende. A aquisição de estratégias que permitam aos estudantes aprender e continuar aprendendo torna-se, nessa lógica, uma importante função das instituições e pode se tornar o diferencial entre quem quer aprender para reproduzir conhecimentos e quem quer aprender para produzir novos conhecimentos. Sobre isso e, particularmente direcionando para o ensino de Ciências, Pozo e Crespo (2009, p. 39) chamam atenção para o fato de que, muitas vezes, a forma de aprender “pode influenciar mais no futuro acadêmico e pessoal do aluno que os próprios conteúdos aprendidos”.

Nessa conjuntura, é de se esperar que a Física contemplada nos currículos escolares forneça condições aos estudantes para melhor compreender e explicar o mundo vivencial, mas que, ao mesmo tempo, preocupe-se em oportunizar condições para que eles possam continuar aprendendo. No entanto, conforme aponta Moreira (2014), esta disciplina tem enfrentado muitas dificuldades em cumprir com seu papel formativo. Segundo o autor, a Física que é apresentada na educação contemporânea é desatualizada em termos de conteúdos e tecnologias, centrada no docente, baseada na aprendizagem mecânica dos conteúdos, no treinamento para dar respostas corretas e sem significado para o aluno. Além disso, podemos mencionar que os alunos, de modo geral, costumam apresentar dificuldades de aprendizagem, baixo rendimento e um sentimento de apatia pela disciplina o que, por consequência, os afasta da sala de aula e, por fim, repercute no aumento da evasão escolar (KRUMMENAUER; WANNMACHER, 2014).

Em especial, as dificuldades de aprendizagem em Física vêm sendo apontadas pela literatura como um fator de grande contribuição para o aumento do insucesso escolar, contribuindo para os elevados índices percentuais de reprovações nas escolas (CRAVINO, 2004; SOUZA, 2006; MELO, 2004). A questão da aprendizagem e de suas dificuldades também chama a atenção de pesquisadores como Pozo e Crespo (2009, p. 40), os quais evidenciam que “os alunos não aprendem porque não estão motivados, mas, por sua vez, não estão motivados porque não aprendem”. Os mesmos autores seguem demonstrando que os alunos aprendem

cada vez menos, mostram-se desinteressados por aquilo que aprendem e acabam por se afastarem cada vez mais da Ciência.

Diante disso, há a necessidade de buscarmos alternativas que contribuam para a mudança nesse cenário, de maneira a tornar a Física uma disciplina ao alcance de todos os estudantes, e que seja capaz de conferir a estes uma formação voltada para a autonomia intelectual, para o pensamento crítico e para o desenvolvimento da capacidade de atuar e interferir na sociedade, como foi destacado anteriormente. Ou seja, urge ultrapassar o modelo de ensino tradicional e aprimorar as condições de aprendizagem dos conteúdos escolares. Nesse sentido, Chassot (2001) ressaltava a importância da apropriação dos conteúdos mencionando que é de posse deles que os estudantes conseguem estabelecer relações entre a escola e o mundo vivencial, bem como exercer o direito pleno da cidadania. Demo (2010) também corrobora essa importância, ressaltando que a aprendizagem de Ciências precisa ser efetiva, pois repercute em qualidade de vida para o aluno e em melhorias para a sociedade no qual ele está inserido. Essa aprendizagem deve ser orientada para a autonomia, e deve permitir que o aluno tenha condições de questionar, formular ideias e hipóteses que contribuam para sua formação integral.

Formica, Easley e Spraker (2010) evidenciam que o ensino tradicional focado na exposição verbal do professor tem se tornado ineficaz para a aprendizagem, especialmente em relação a manter os alunos atentos e em provocar movimentos cognitivos que resultem na interação entre os conhecimentos prévios e os novos, considerada como fundamental para uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999). As metodologias alternativas que têm buscado superar essa visão do ensino tradicional têm como eixo central o deslocamento do papel principal do professor para o aluno. Nesse processo em que o aluno passa a ser o protagonista em lugar do professor, o foco recai sobre os mecanismos potencializadores da aprendizagem que possam contribuir para a autonomia intelectual, a formação de um pensamento crítico e a capacidade de continuar aprendendo (MOTA; ROSA, 2018).

A partir dessa necessidade surgem possibilidades de intervenções didáticas focadas no desenvolvimento de determinadas capacidades, dentre as quais encontram-se aquelas vinculadas aos processos metacognitivos. Tal inferência toma por base o fato de que o uso do pensamento metacognitivo está relacionado diretamente ao reconhecimento dos estudantes sobre seus conhecimentos e suas habilidades frente ao desenvolvimento das ações. Isso representa uma alternativa promissora na busca por qualificar a aprendizagem em Física, como salientado por Reif e Larkin (1991), Campanario e Otero (2000) e Veemman (2005), entre outros. De acordo com esses autores a tomada de consciência dos estudantes sobre seus próprios conhecimentos, tanto em termos dos conteúdos específicos quanto das tarefas propostas, bem

como o controle autorregulador frente à execução dessas atividades, potencializam e favorecem a aprendizagem. Os processos entendidos como metacognitivos são aqueles ativados pelo sujeito no momento em que este identifica o seu próprio modo de pensar e regula sua ação a partir disso. Trata-se de estar consciente dos próprios processos cognitivos e de como eles se constituíram para, a partir disso, regular a ação a fim de obter êxito.

Desde os estudos desenvolvidos pela equipe de investigadores coordenados pela psicóloga americana Michéle Chi (CHI; GLASER; REES, 1982), o uso dos processos metacognitivos durante a aprendizagem em Física tem sido apontado com um diferencial entre aqueles que apresentam facilidade na apropriação dos conteúdos nessa disciplina (*experts*) e os que apresentam dificuldades na aprendizagem (*novatos*). A partir desses estudos, que serão relatados ao longo do texto, professores têm apontado que os alunos que compreendem melhor a estrutura de conceitos envolvidos na Física, que resolvem de forma mais categórica os problemas nesta área do conhecimento e, portanto, apresentam melhores rendimentos acadêmicos, são os que recorrem ao pensamento de natureza metacognitiva (REIF; LARKIN, 1991; HENNSSEY, 2003; MALONE, 2008; TAASOBSHIRAZI; FARLEY, 2013; RYAN et al., 2016; ROSA; RIBEIRO; ROSA, 2018).

Todavia, a evocação do pensamento metacognitivo não representa um movimento espontâneo para muitos sujeitos, necessitando ser ativado por mecanismos externos. Em outras palavras, embora as pesquisas evidenciem os benefícios de sua utilização, particularmente em relação a aprendizagem em Física, grande parte dos estudantes não consegue ativá-lo espontaneamente.

Nesse contexto, em que essa forma de pensamento é entendida como inerente ao ser humano, embora nem sempre evocada por ele, surge a necessidade de propor alternativas para estimular o seu uso pelos estudantes, mostrando os benefícios que ela representa. Sobre isso, parece haver uma crença consensual de que a prática da metacognição conduz a uma melhoria de toda a atividade intelectual e, portanto, a uma potencialização do processo de aprendizado (LEFEBVRE-PINARD, 1983; FORREST-PRESSLEY; WALLER, 1984; CAMPIONE, 1987). De acordo com os autores, a capacidade de identificar os próprios conhecimentos e o posterior gerenciamento consciente da ação, representam um componente importante das performances de sucesso dos aprendizes. Nesse contexto, é salientada a capacidade de automonitoramento que contribui não só para melhorar a aquisição, mas, igualmente, para melhorar a generalização e a transferência do conhecimento e habilidades (McCOMBS, 1988). Porém, as atividades metacognitivas contribuem não apenas para o desenvolvimento dessas habilidades autorregulatórias, vinculadas ao monitoramento, mas igualmente para a promoção do

sentimento de domínio pessoal que, por sua vez, está relacionado a tomada de consciência dos sujeitos sobre seus próprios conhecimentos, como veremos mais adiante (McCOMBS, 1988).

Tal identificação, somada ao desejo de amenizar as dificuldades de aprendizagem presentes no ensino de Física e criar possibilidades para que os estudantes aprendam a aprender, suscita questionamentos associados a possibilidades de instigar nos alunos a evocação do pensamento metacognitivo de modo a que se sirvam dele durante suas atividades de aprendizagem. Tais questionamentos que decorrem dessas inferências têm subsidiado leituras e discussões no grupo de pesquisa ao qual o presente estudo está vinculado, conforme mencionado anteriormente. Nesses estudos, temos promovido discussões e procurado na literatura especializada, subsídios referentes ao modo como as ações didáticas podem ser reestruturadas tendo como referencial o uso de estratégias de orientação metacognitiva.

Estudos como o desenvolvido por Rosa e Schmitz (2020), no contexto das teses e dissertações brasileiras, Zohar e Barzilai (2013) e Rosa e Meneses (2018), com relação a pesquisas estrangeiras publicadas na base de dados ERIC, apontam para uma carência de estudos quando se trata de analisar propostas de intervenção didática no campo do ensino de Física. As pesquisas se ocupam em discutir ações estratégicas pontuais, voltadas para a utilização de ferramentas didáticas² específicas, como veremos mais adiante, sem uma preocupação em investigar as contribuições de uma intervenção didática que utilize um amplo conjunto delas.

Da identificação dessa limitação, tanto em pesquisas nacionais quanto estrangeiras, surgem questionamentos associados a possibilidades e potencialidades de uma proposta didática orientada pela utilização de estratégias metacognitivas como forma de favorecer que os estudantes passem a adotar essa forma de pensamento. A partir disso é possível formular os seguintes questionamentos: o pensamento metacognitivo pode ser estimulado ou instigado por meio de instrução didática? Em que medida uma proposta didática orientada a evocar essa forma de pensamento favorece a sua adoção por parte dos estudantes nas diferentes situações vivenciadas? Tais propostas contribuem para que os estudantes passem a adotar estratégias metacognitivas na compreensão dos conteúdos em Física? Como os estudantes avaliam essa estruturação didática? Alunos com dificuldades de aprendizagem e baixos rendimentos acadêmicos podem se beneficiar com a adoção de propostas didáticas orientadas pela metacognição?

² Por ferramentas didáticas entende-se as atividades que constituem a ação didática dos professores nas aulas de Física, tais como: resolução de problemas, leitura de textos, atividades experimentais, mapas conceituais, simuladores, entre outros.

Esses são exemplos de indagações que subsidiaram a estruturação da presente pesquisa e que deu origem a todas as discussões que circunscrevem essa tese. Tais questionamentos conduziram a busca na literatura por estudos que discutem o modo como a utilização do pensamento metacognitivo pode ser favorecido em sala de aula, embora permanecêssemos cientes de que encontraríamos exemplos restritos ao uso de uma ferramenta didática específica. Durante essa busca nos deparamos com estudos que relatam que a presença ativa da metacognição no processo de aprendizagem se manifesta por meio do uso de estratégias (MONEREO et al., 1994; MAYOR; SUEGNAS; GONZÁLES MARQUES, 1995; MONEREO; CASTELLÓ, 1997), e que seu uso vinculado à metacognição tem sido apontado como favorecedora da reflexão e da autonomia do estudante frente ao seu processo de aprendizagem, apoiando-se na capacidade de que cada sujeito possa conhecer a si próprio e controlar, regular e avaliar os seus mecanismos de aprendizagem (FLAVELL, 1976). Sobre a utilização das estratégias de aprendizagem no ensino, Rosa (2011) apresenta duas possibilidades segundo as quais é possível ensinar os estudantes a utilizarem as estratégias de aprendizagem de orientação metacognitiva. Uma dessas possibilidades é representada pelos programas de treinamento paralelos às disciplinas escolares, cujo objetivo é desenvolver estratégias de caráter geral, que levem à autoinstrução, ao autocontrole e à autoavaliação. Esses programas de treinamento podem ser entendidos como manuais orientativos que apresentam passos que devem ser seguidos pelos estudantes para que estes possam pensar sobre seus conhecimentos e traçar estratégias de ação em situações de aprendizagem. A outra possibilidade está associada a utilização de estratégias em consonância com os conteúdos de aprendizagem, funcionando como apoio no processo de construção dos conhecimentos específicos, como as que serão relatadas nesse estudo.

Em relação ao uso dos programas de treinamento ou manuais genéricos de estratégias metacognitivas, Rosa (2011) menciona que eles acabam se distanciando dos conteúdos curriculares, são genéricos e não consideram variáveis individuais, como idade, nível de desenvolvimento mental, linguagem etc. Isso tem provocado críticas por parte dos pesquisadores e professores, como destacam Cranstone e Baird (1988). Coll (1986), por exemplo, ao tecer críticas sobre a utilização desses manuais evidencia que uma opção mais pertinente seria a associação da metacognição com os conteúdos escolares, ou seja, a incorporação de estratégias metacognitivas em conexão com os conteúdos das disciplinas escolares.

Na continuidade da busca em meio à literatura sobre o assunto, encontramos estudos que descrevem alternativas de como o professor pode se servir dessas estratégias

metacognitivas e agregá-las a seu método de ensino, como veremos na continuidade. Esses estudos mostram a associação da metacognição a diferentes ferramentas didáticas, como já mencionado anteriormente, evidenciando a sua possibilidade, pelo menos em termos específicos de cada ferramenta. Dentre esses estudos, os quais subsidiarão a discussão do terceiro capítulo, estão os vinculados à resolução de problemas os de Abdullah (2009), Ghiggi (2017), Amin, Abdullah e Malago (2018) e Vieira (2018); às atividades experimentais os de Kung e Linder (2007), Rosa (2011; 2014), Hinojosa, Sanmartí (2016) e Çalişkan (2014); e à leitura de textos os de Koch e Eckstein (1995), Ogle (1986), Jacobowitz (1990) e Ribeiro (2021).

A análise de tais estudos mostra que as estratégias metacognitivas, geralmente, são estudadas desde perspectivas pontuais, mas não são avaliadas a partir de uma perspectiva geral, como um conjunto de práticas. Essa forma de pensamento compartimentada e parcial passa a ser adotada pelos estudantes, e acaba por se mostrar limitante na investigação do pesquisador acerca do sentimento dos estudantes em relação a sua utilização. Sobre as pesquisas no campo da metacognição e Educação em Ciências, Zohar e Barzilai (2013), por exemplo, mencionam que, apesar de haver um crescimento das pesquisas depois dos anos 2000, ainda há muito o que ser investigado, especialmente em relação a práticas de intervenção didática. Além disso, as autoras apontam que “se a metacognição na educação científica deve cumprir o seu enorme potencial para a aprendizagem da ciência, então deve tornar-se uma estratégia de ensino rotineira nas aulas de Ciências” (ZOHAR; BARZILAI, 2013, p. 154, tradução nossa).

McIntyre (2005), por sua vez, elencou um conjunto de fatores que representam lacunas a serem superadas nas pesquisas em metacognição, tais como: produzir conhecimentos mais próximos da sala de aula; fornecer indícios mais evidentes de como os professores podem melhorar suas práticas; e mostrar aos professores os benefícios da inclusão da metacognição, a fim de persuadi-los a adotar os resultados dessas pesquisas em suas práticas pedagógicas. A falta de uma maior aproximação com a sala de aula também é destacada por Georghiades (2004) ao mostrar que as pesquisas têm pouco se preocupado com isso, apesar de apontarem o valor da metacognição para a aprendizagem.

A partir dessas carências apontadas pelos autores, particularmente em relação a pesquisas sobre intervenções didáticas, estabelecemos o recorte do presente estudo, buscando obter resultados que permitam fomentar as discussões sobre a potencialidade da metacognição como orientadora pedagógica no campo educacional. Mais do que vincular as estratégias metacognitivas a uma ou outra ferramenta didática, buscamos investigar a sua possibilidade como norteadora do fazer didático e, portanto, associada ao uso de diferentes ferramentas.

Na amplitude de um universo que pode ser contemplado dentro de uma intervenção didática, estabelecemos como recorte de pesquisa uma intervenção didática realizada com um grupo de quatro estudantes que apresentam rendimentos acadêmicos insuficientes na disciplina de Física e que declaradamente mencionam recorrer de forma tímida ao pensamento metacognitivo em suas atividades escolares. Tal recorte está associado ao problema mencionado, mas, sobretudo, está vinculado aos resultados obtidos com a aplicação do estudo inicial relativo aos primeiros passos da pesquisa (ensaios), e que será relatado no terceiro capítulo. A partir desse estudo foi possível identificar que estudantes que recorriam pouco ao pensamento metacognitivo, agindo de forma automatizada e pouco reflexiva diante das situações de aprendizagem em Física, correspondiam aqueles que apresentam dificuldades de aprendizagem em Física e, portanto, rendimento acadêmico insatisfatórios. Tal percepção ainda que na forma de um achado não intencional, mas emergente nos estudos realizados na etapa de ensaios, direcionou o estudo central desta tese a um grupo desses estudantes que declaradamente apresentavam dificuldades para ativar pensamento metacognitivo e, ao mesmo tempo, dificuldades de aprendizagem em Física. Partimos do pressuposto apresentado nesta Introdução na voz de autores da área, de que mobilizando o pensamento metacognitivo dos aprendizes, há uma tendência em melhoria na aprendizagem.

Essa possibilidade nos levou a um novo recorte, estabelecendo como sujeitos, estudantes que se encontravam na condição mencionada e a partir de uma intervenção guiada por estratégias metacognitivas em consonância com os conteúdos de Física, poderiam reverter em mobilização dessa forma de pensamento e, ainda, em qualificação da aprendizagem. Além disso, a seleção de um grupo específico se mostrou a forma viável para desenvolvimento do estudo, especialmente frente ao contexto de pandemia vivenciado em 2020 e 2021 causada pelo coronavírus (COVID-19) e que levou inicialmente a suspensão das atividades e, posteriormente, ao ensino remoto. Nesse contexto, a intervenção didática foi realizada com um grupo de estudantes convidados e por meio de encontros remotos síncronos utilizando a Plataforma *Google Meet*. Acreditamos que a inovação didática pretendida no caso de ser desenvolvida com uma turma envolvendo e um universo considerável de estudantes, em situação de ensino remoto síncrono poderia levar a inúmeras dificuldades que poderiam prejudicar a investigação pretendida. Dessa forma, frente aos resultados obtidos com os ensaios realizados, o diálogo com pesquisas da área e pela situação imposta pela pandemia, tomamos como foco do estudo quatro estudantes de uma mesma classe escolar que declaradamente apresentam dificuldades em proceder a ações que estejam relacionadas ao pensamento metacognitivo e que apresentam rendimentos insatisfatória em Física.

Tais condições de contorno, levaram a reestruturação do estudo de modo que o problema central deste estudo ficasse demarcado pelo seguinte questionamento: **Que efeitos são percebidos nos e pelos estudantes em termos da utilização do pensamento metacognitivo, frente a um processo de intervenção didática em Física guiado por estratégias metacognitivas?**

Hattie (2009; 2012) mostra que a utilização da metacognição está entre os dez aspectos que mais contribuem para a aprendizagem. Tais resultados mostram que os alunos têm condições de recorrer a essa forma de pensamento, ainda que nem todos o façam espontaneamente e em situações de aprendizagem escolar.

Sobre a aprendizagem dos conceitos relacionados a Física, mencionamos que o foco da presente tese está em verificar indícios da utilização do pensamento metacognitivos pelo grupo de estudantes selecionados, sem, contudo, adentrar nessa enseada envolvendo mensuração da aprendizagem dos conteúdos específicos. Em outras palavras, o foco está em oportunizar que diante das situações de aprendizagem em Física, os estudantes sejam instigados a acionar pensamento metacognitivo como parte desse processo de aprendizagem, avaliando a sua pertinência. Partimos do pressuposto de que estudantes que recorrem a pensamentos metacognitivos em suas aprendizagens, conseguem lograr mais êxito nelas, como mencionado ao longo dessa Introdução. Desta forma, buscamos evidenciar a possibilidade de mobilizar pensamento metacognitivo e apontar que uma consequência dessa mobilização está na possibilidade de qualificação da aprendizagem, como evidenciado por Hattie (2009; 2012).

Frente a esse contexto, definimos como objetivo do presente estudo o de **analisar a potencialidade de um processo de intervenção didática em Física guiado por estratégias metacognitivas em termos da ativação do pensamento metacognitivo por estudantes do ensino médio.**

De forma mais específica, definimos os seguintes objetivos:

- Verificar, por meio de uma revisão documental, a forma como ocorre a associação das estratégias metacognitivas com as ferramentas didáticas frequentemente utilizadas no ensino de Física;
- Estruturar um conjunto de atividades didáticas para abordar conteúdos de Física, orientadas por estratégias metacognitivas;
- Avaliar a pertinência do uso dessas atividades com estudantes do ensino médio;
- Identificar as contribuições do estudo em termos de possibilidades para a melhoria da aprendizagem;

- Contribuir para os estudos na área de metacognição, associando-os a intervenções didáticas em Física.

Para atingir os propósitos mencionados, recorreremos a uma pesquisa qualitativa, como mencionado por Bogdan e Biklen (1994), selecionando como população da investigação quatro estudantes que apresentam rendimentos acadêmicos insuficientes segundo os padrões da escola e que identificamos como estudantes com dificuldades de aprendizagem em Física e que, além disso, revelaram via questionário específico, que pouco recorrem ao pensamento metacognitivo. O foco esteve em realizar com esse grupo de estudantes, em horário alternativo e paralelo às atividades escolares, um processo de intervenção didática guiado por estratégias metacognitivas. Essa intervenção realizada via utilização de plataformas digitais e de forma remota síncrona complementou os conteúdos em discussão nas atividades regulares da turma, que integram o componente curricular de Física. A intervenção didática foi delineada a partir do uso de estratégias metacognitivas, particularmente associadas ao uso de três ferramentas didáticas que representam as mais utilizadas no ensino de Física: resolução de problemas, leitura de textos científicos e atividades experimentais. Além disso, o uso de questionamentos metacognitivos subsidiou a estruturação didática que tomou por referência a proposta didática elaborada por Rosa (2011) e viabilizada em termos das atividades experimentais.

Para responder ao questionamento do estudo, utilizamos os seguintes instrumentos de pesquisa: questionário com objetivo de mapear a consciência metacognitiva autopercebida pela população participante do estudo, antes e depois da intervenção didática; materiais produzidos pelos participantes no decorrer das atividades; e videograções de episódios associados a intervenção didática.

Para relatar o estudo realizado, apresentamos o presente texto estruturado em cinco capítulos, assim divididos: o primeiro, vinculado a Introdução e que apresenta a problemática do estudo, seus objetivos e outros aspectos introdutórios; o segundo, no qual são discutidos os fundamentos teóricos do estudo, particularmente em relação a metacognição e as estratégias metacognitivas; o terceiro, que agrega a revisão de estudo, envolvendo a compreensão das ferramentas didáticas selecionadas para este estudo, sua associação com a metacognição e a descrição dos estudos realizados na forma de ensaio; o quarto, que descreve o percurso metodológico, os referenciais teórico-metodológicos que subsidiam a pesquisa, os instrumentos utilizado na produção dos dados, a descrição da escola e população e a intervenção didática realizada na forma de descrição dos encontros; o quinto, que apresenta a análise dos dados produzidos durante os encontros por meio dos instrumentos selecionados para a pesquisa, sendo estruturado em duas grandes categorias e suas subcategorias, todas dadas *a priori* pelo

referencial teórico utilizado como referência no estudo. Por fim, apresentamos as considerações finais que buscam refletir sobre o percurso trilhado e sobre os resultados obtidos de modo a apontar aspectos que permitam contribuir com as discussões sobre a presença de estratégias metacognitivas no ensino de Física. Além disso, apontamos ao final do estudo, convite aos pesquisadores para que se engajem nessa enseada e anunciamos algumas possibilidades para sua continuidade.

2 METACOGNIÇÃO E AS ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS³

Neste capítulo, apresentamos uma discussão acerca do conceito e das especificidades teóricas do termo “metacognição”, bem como sua operacionalização didática na forma de estratégias metacognitivas. Para isso, tomamos como referencial para discorrer sobre metacognição os estudos de Flavell e colaboradores (1976; 1977; 1979; 1999) acrescidos de autores da área que apontam a metacognição como vinculada à tomada de consciência dos sujeitos sobre os próprios conhecimentos e sua consequente capacidade de autorregular suas ações. Em relação às estratégias metacognitivas, buscamos apoio na fala de Monereo e colaboradores (1994; 1997; 2001) ao evidenciar que uma das alternativas para qualificar a aprendizagem é agregar aos conhecimentos escolares ações estratégicas de orientação metacognitiva que permite aos estudantes compreender os processos que utilizam para aprender. Todavia, avançamos em relação ao proposto pelo autor incluindo novos elementos ao seu entendimento de estratégias metacognitivas.

2.1 Definição de metacognição

Etimologicamente, a metacognição pode ser entendida como *a faculdade de conhecer o próprio ato de conhecer*. Ela emerge como campo de investigação a partir dos estudos do psicólogo americano John Hurley Flavell no final dos anos de 1969 e início dos anos de 1970. Tendo como pano de fundo a investigação de como os sujeitos usam seus processos de memória, o psicólogo utiliza o termo “metacognição” para designar o modo como o sujeito conhece o que já conhece. Posteriormente, e em estudo com Henry Wellman (1977), Flavell sugere que o conhecimento metacognitivo se desenvolve através da consciencialização, por parte do sujeito, sobre o modo como determinadas variáveis interagem no sentido de influenciar os resultados das atividades cognitivas, conforme será retomado a seguir.

Apesar do termo remontar as discussões já apresentadas por Piaget, a literatura atribui a Flavell o pioneirismo da sua utilização, pois é a partir dele que os investigadores, especialmente na educação e na psicologia cognitiva, passaram a se servir e adaptar esse construto aos seus campos. Reconhecidamente a metacognição, na forma como entendida por Flavell, tem suas bases na psicologia do desenvolvimento e na epistemologia genética de Jean

³ Este capítulo serviu de base para a elaboração do artigo intitulado “Estrategias metacognitivas en la educación científica: contribuciones a su inserción en el contexto escolar”, publicado na *Revista Paradigma*, Vol. XLI, Nro. 2, diciembre de 2020 / 53-82.

Piaget, sob a qual Flavell apoia suas discussões e estudos no campo da memória. Contudo, as definições, que foram sendo designadas ao termo nesses mais de quarenta anos de sua utilização pela academia, trazem aproximações com teóricos como Lev Semionovich Vygotsky, por exemplo, sob uma perspectiva denominada de “metacognição social”.

Em Flavell, entretanto, é possível perceber a alusão à concepção piagetiana, embora a definição de “metacognição” utilizada nos estudos mais recentes tenha sofrido um processo de mudanças e ajustes ao longo das publicações do autor. Em Rosa (2011), é possível encontrar a descrição desse processo evolutivo do conceito em Flavell desde sua utilização em 1971 até a publicação da obra *Psicologia Cognitiva em conjunto com Miller e Miller* em 1999. Nesse processo histórico, a autora, a partir da obra de Flavell, publicada em 1976, “*Metacognitive aspects of problem solving*”, destaca que a metacognição

se refere ao conhecimento que se tem dos próprios processos e produtos cognitivos ou de qualquer outro assunto relacionado a eles, por exemplo, as propriedades relevantes para a aprendizagem de informações ou dados. [...] se refere, entre outras coisas, à avaliação ativa e conseqüente regulação e orquestração desses processos em função dos objetivos e dados cognitivos sobre o que se quer e, normalmente, a serviço de alguma meta ou objetivo concreto (FLAVELL, 1976, p. 232, tradução da autora).

Tal compreensão revela que a metacognição é integralizada por duas componentes: conhecimento do conhecimento e controle executivo e autorregulador (ROSA, 2011, p. 42). Dessas duas componentes, Flavell, em estudo com Wellman (1977), detalhou a primeira componente especificando as variáveis que interferem nessa tomada de consciência sobre os próprios conhecimentos; entretanto, a segunda não foi objeto de detalhamento de Flavell e levou a distintas interpretações e aproximações na literatura. Aliás, não apenas a especificação da segunda componente foi motivo de interpretações distintas como a própria definição de metacognição tem sido objeto de discórdia ente autores, como mostrou Muñoz (2019).

Essa falta de definição unânime entre os autores é, no entender de Weinert (1987), decorrente de o termo ser um construto de segunda ordem, uma vez que pensamentos sobre pensamentos, conhecimento sobre conhecimento ou reflexões sobre as ações necessitam vir acompanhados de uma especificidade para serem compreendidos. Dessa forma, o autor justifica o fato de que ainda não há um consenso sobre a definição de metacognição e sobre quais são as suas componentes.

Sobre isso, Veemann, Van Hout-Wolters e Afflerbach (2006, p. 3-4), retomando a definição de Flavell (1976), mostram que “sob a égide desta definição inclusiva, uma proliferação de termos metacognitivos se desenvolveu ao longo dos anos”. Dentre esses termos,

os autores mencionam um conjunto que estão vinculados à metacognição e que tem como cerne a definição original de Flavell. Nas palavras de Veemann, Van Hout-Wolters e Afflerbach (2006, p. 4, tradução nossa):

Crenças metacognitivas, percepção metacognitiva, experiências metacognitivas, conhecimento metacognitivo, sentimento de saber, julgamento da aprendizagem, teoria da mente, metamemória, habilidades metacognitivas, habilidades executivas, habilidades de ordem superior, metacomponentes, monitoramento de compreensão, estratégias de aprendizagem, estratégias heurísticas e autorregulação são vários dos termos que comumente associamos à metacognição.

Para os autores, essa gama de termos derivados do original tem levado a dispersar o foco da pesquisa em metacognição, demonstrando sua carência em termos de definição de um corpo teórico. Para eles, alguns termos se referem a conhecimentos mais gerais e a habilidades metacognitivas, enquanto outros abordam conhecimentos específicos para certas faixas etárias ou tipos de tarefas. Além disso, alguns se relacionam com processos cognitivos e metacognitivos (por exemplo, estratégias de aprendizagem e estratégias heurísticas), enquanto outros são puramente metacognitivos por natureza. Por fim, os autores reforçam a necessidade de realizar um estudo teórico mais profundo como forma de instituir uma teoria para esse constructo.

No entanto, mesmo sem haver consenso sobre uma teoria metacognitiva, o campo tem avançado, particularmente em termos das pesquisas em educação científica, como mostrou Zohar e Barzilai (2013). De acordo com essas autoras, e após uma busca em periódicos indexados na base de dados *Educational Resources Information Center* (ERIC), acrescidos de outras revistas relevantes para a área de Educação em Ciências, nos anos 2000-2012, foram produzidos na temática 178 artigos, correspondendo a quatro vezes mais que no período de 1990-2002, quando haviam sido encontrados 57 estudos. Tal crescimento revela que a vinculação da metacognição com as especificidades do processo de ensino e de aprendizagem em Ciências tem encontrado respaldo por parte dos pesquisadores.

O estudo dessas autoras, assim como o de Veemann, Van Hout-Wolters e Afflerbach (2006), aponta que, mesmo frente a essa diversidade de possibilidades de definições para a metacognição, o mais utilizado nas pesquisas é a definição clássica de Flavell e seus colaboradores (1976; 1979; 1999), uma vez que ele vem servindo de base para muitos quadros de definições subsequentes. Portanto, como mencionado por Zohar e Barzilai (2013, p. 122, tradução nossa), “mesmo que muitos trabalhos divergem a partir do proposto por Flavell e seus colaboradores, existem, pelo menos, alguns aspectos comuns para comparações”. Situação que

foi igualmente identificada e mencionado por Rosa (2011, p. 37) ao enfatizar a existência de um “núcleo coeso em torno do entendimento de metacognição como o pensamento sobre o próprio pensamento, ou a cognição da cognição”, o que remete à definição clássica de Flavell.

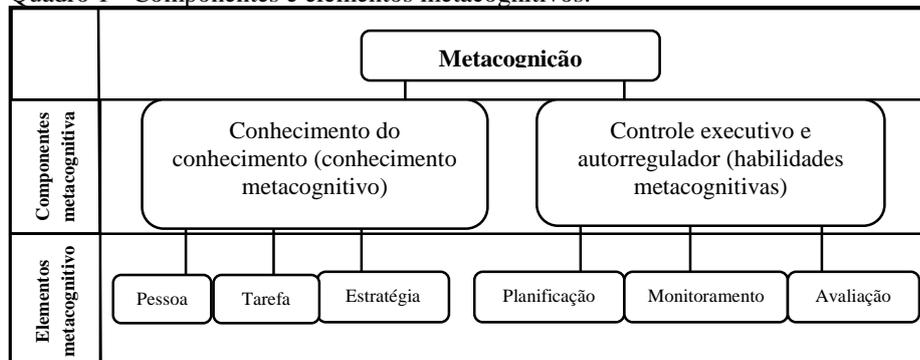
A partir dessa identificação, embora haja diferenças em relação ao entendimento de metacognição, especialmente por conta dos diferentes campos que se servem dela, há um consenso em termos da definição originalmente proposta por Flavell de que o presente estudo o toma como referencial e busca em autores da área da educação científica referenciais que permitam situar o conceito no campo das estratégias metacognitivas vinculados à Física.

Para tanto, e novamente se reportando a trabalhos anteriores, apontamos que a definição adotada neste estudo segue o proposto por Otero (1990) e reiterado por Rosa (2011), ao apresentarem sob a perspectiva do processo de ensino e aprendizagem em Física. Tal definição pautada em Flavell e colaboradores é assim expressa em Rosa (2011, p. 57, grifo da autora): “*Metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos*”.

O detalhamento dessa definição envolve, conforme especificada pela autora, duas componentes: o conhecimento do conhecimento e o controle executivo e autorregulador. A primeira componente envolve o conhecimento que o sujeito apresenta sobre si mesmo, suas crenças, ideias e teorias sobre como ele é enquanto criaturas cognitivas e sobre suas interações com as diversas tarefas e estratégias cognitivas; a segunda categoria envolve o controle executivo e autorregulador, que representam as habilidades e os processos utilizados para orientar, monitorar, controlar e regular a cognição e a aprendizagem.

Apoiando em estudos de Flavell e Wellman (1977) e Brown (1978; 1987), Rosa (2011) infere que cada componente pode ser entendido a partir de três elementos identificados no quadro 1:

Quadro 1 - Componentes e elementos metacognitivos.



Fonte: Adaptado de Rosa, 2011.

Veemann, Van Hout-Wolters e Afflerbach (2006), Zohar e Barzilai (2013) e Veenman (2017) identificam o conhecimento do conhecimento como conhecimento metacognitivo e o controle executivo e autorregulador como habilidades metacognitivas. O conhecimento metacognitivo vincula-se ao conhecimento de uma pessoa sobre as interações entre as variáveis pessoa, tarefa e características da estratégia. Já as habilidades metacognitivas representam o conhecimento processual de uma pessoa para regular suas atividades de resolução de problemas e de aprendizagem. O quadro 1 mostra tais componentes e os elementos metacognitivos cuja descrição e relação com o presente estudo são apresentadas na continuidade.

2.1.1 Elementos do conhecimento do conhecimento

Conforme apresentado, o conhecimento metacognitivo é integrado por três elementos ou variáveis, conforme denominado por Flavell e Wellman (1977) e assim identificados: pessoa, tarefa e estratégia.

A variável *Pessoa* incluiu os atributos e estados que são importantes para a identificação do conhecimento que o indivíduo possui sobre si mesmo e sobre ele em relação aos outros, especialmente no que diz respeito à recuperação da informação na estrutura cognitiva. De acordo com Flavell e Wellman (1977) e apoiados nos estudos de Flavell sobre a memória, recuperar informações é importante para desenvolver a potencialidade individual de aprendizagem e saber como o sujeito é enquanto aprendiz e em comparação com o outro. A experiência de recuperar informações poderia auxiliar o aluno a lembrar datas e pessoas e formar opinião sobre como suas técnicas de recuperação são comparadas às dos demais indivíduos. Outro aspecto que os autores chamam a atenção é que as sensações mnemônicas internas influenciam a lembrança de determinado dado e podem intuir no sujeito que esse dado nunca foi armazenado, mas também pode identificar que ele não é recuperável na memória agora, mas poderá perceber que, se usar algum artifício externo, poderá lembrar. Durante a aprendizagem, a sensação de que algo é difícil de aprender ou a satisfação de poder recuperar uma informação pode lhe proporcionar uma satisfação que auxilia novas aprendizagens (FLAVELL; WELLMAN, 1977).

De acordo Zohar e Barzilai (2013), o conhecimento sobre a pessoa refere-se ao autoconhecimento daquilo que influencia a atividade cognitiva do indivíduo, o conhecimento da cognição dos outros e o conhecimento da cognição universal das pessoas. Flavell, Miller e Miller (1999) subdividem esse conhecimento em três possibilidades: universal, intraindividual e interindividual. Por universal são entendidos os conhecimentos que os indivíduos apresentam

sobre como funciona seu pensamento, ou, conforme mencionado anteriormente, quando não se lembra de algo, mas sabe que pode recuperar essa informação mais tarde. Os intraindividuais são as crenças que os sujeitos apresentam sobre si mesmo, ou seja, quando identifica que precisa anotar algo para lembrar futuramente, porque sabe das limitações de sua memória; por fim, os interindividuais representam os conhecimentos que as pessoas têm sobre elas em comparação com o outro, isto é, quando identifica que é melhor resolvidor de problemas em Física que seu colega, enquanto ele é melhor nas discussões teóricas.

A segunda variável que integra o conhecimento metacognitivo é a *Tarefa*, que está associada às diferentes naturezas que as tarefas apresentam, ou seja, algumas são mais fáceis de serem lembradas e outras mais difíceis. Aspectos mais próximos a situações vivenciadas, próximas ao sujeito, são mais fáceis de serem recuperáveis na estrutura cognitiva; outras, entretanto, carecem de mais esforços para serem recuperadas e, algumas vezes, não são. Como exemplo dessas últimas, pode-se mencionar conteúdos distantes que, por alguma razão, são necessários para a aprendizagem. Tais conteúdos dificilmente representam uma tarefa fácil de serem lembrados e pode ser necessário um processo intermediário para que eles sejam recuperados na estrutura cognitiva da pessoa. Sobre isso Flavell e Welmann (1977) mencionam que a tarefa de recuperar informações mais distantes pode ser favorecida quando for criada uma história com links entre elas, isso favorecerá a sua recuperação. Portanto, a variável tarefa está relacionada a dois tipos: as que estão vinculadas à natureza do conhecimento a ser recuperado e as que estão vinculadas às exigências que essa recuperação poderá requerer.

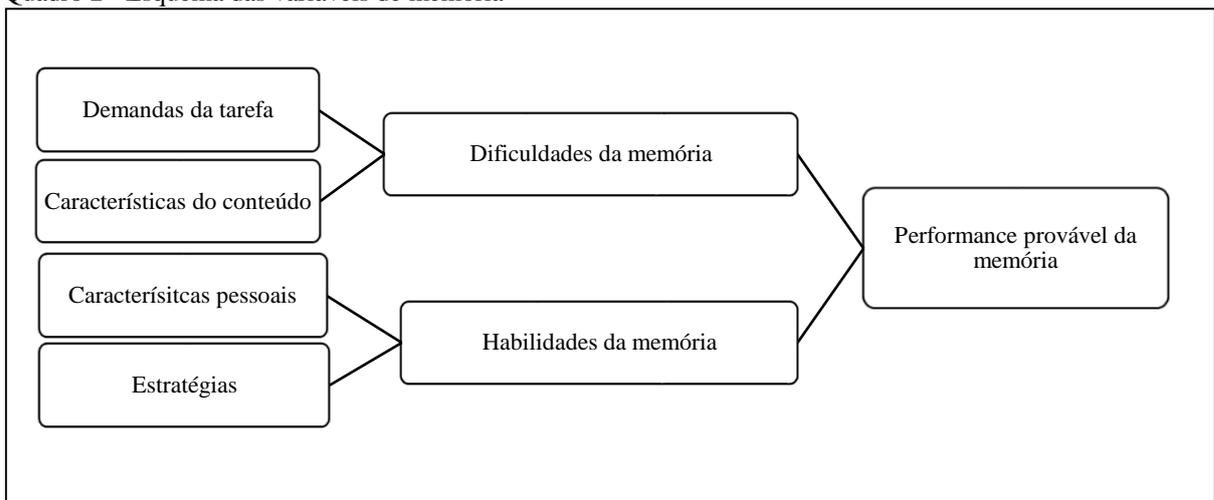
Flavell, Miller e Miller (1999, p. 127) exemplificam cada um dos dois tipos relatando que o primeiro se refere ao caso de que “você sabe, por experiência própria, que informações complexas e estranhas tendem a ser difíceis e trabalhosas de compreender e lembrar”; enquanto o segundo tipo estaria mais próximo da situação em que “você sabe que é mais fácil recordar a ideia geral de uma história do que suas palavras exatas”.

Como terceiro elemento do conhecimento metacognitivo, Flavell e Wellman (1977) mencionam a variável *Estratégia*, que está vinculada às táticas que o sujeito utiliza para recuperar as informações em sua estrutura cognitiva. Mais especificamente, está associada à identificação de “quando”, “como” e “por que” utilizar tal estratégia para recuperar a informação. Os autores inferem haver estratégias que “podem servir para preparação de uma futura recuperação e estratégias que podem facilitar a presente recuperação” (FLAVELL; WELLMAN, 1977, p. 19, tradução nossa). Portanto, a variedade de estratégias e os movimentos que o indivíduo faz para recuperar conhecimentos são variados e estão associados ao que se deseja recuperar ou ativar.

Flavell, Miller e Miller (1999) relatam que essa variável do conhecimento se encontra associada às diferentes possibilidades para recordar um fato ou para resolver um problema; o sujeito, diante dessas possibilidades, acaba estabelecendo critérios próprios para selecionar a estratégia que melhor lhe convém. Para exemplificar, os autores relatam que os sujeitos recorrem a um tipo de estratégia para recordar números de telefones e a outras mais sofisticadas para estudar “materiais mais importantes ou menos familiares do que materiais menos importantes e já aprendidos” (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999, p. 127).

A interação entre as variáveis ou os três elementos metacognitivos apresentados é que, no entender de Flavell e Wellmann (1977), infere na identificação do conhecimento que o indivíduo tem sobre seus próprios conhecimentos. O quadro 2 representa um diagrama que ilustra a interação entre os conhecimentos relacionados às variáveis mencionadas.

Quadro 2 - Esquema das variáveis de memória



Fonte: Flavell; Wellman, 1977, p. 23.

No quadro visualizamos que as características do conteúdo formam com as demandas da tarefa, as dificuldades de memória. E, por sua vez, as características pessoais associadas às estratégias formam as habilidades de memória. Essas habilidades de memória, juntamente com as dificuldades de sua recuperação, resultam na performance provável da memória. Em outras palavras e considerando tais conhecimentos como relacionados à aprendizagem, podemos inferir que a relação entre as características e a demanda da tarefa, as características pessoais e as estratégias utilizadas é que vão determinar o êxito na identificação dos conhecimentos que os sujeitos têm sobre seus próprios conhecimentos.

No campo da aprendizagem em Física e estabelecendo uma relação com a interação das três variáveis no reconhecimento dos próprios conhecimentos, no momento em que um aluno

resolve um problema sobre mecânica, por exemplo, a variável *Pessoa* estaria relacionada com a verificação de que possui facilidade em resolver problemas sobre esse assunto, conhece as fórmulas, já resolveu questões semelhantes, ou, por outro lado, que possui dificuldades em sua resolução. A variável *Tarefa* teria relação com a identificação da complexidade de tal problema, por exemplo, as variáveis apresentadas pelo problema exigem transformação de unidade, é necessário que se realizem algumas etapas para que se chegue à resolução, às relações com a teoria, entre outros. A variável *Estratégia* estaria relacionada com quais procedimentos precisa desenvolver para a sua resolução, por exemplo, fazer a leitura atenta da situação, avaliar quais variáveis estão envolvidas (tempo, velocidade, aceleração), fazer um esquema, relacionar com os conhecimentos que têm a respeito da situação, quais fórmulas precisa utilizar.

2.1.2 Elementos do controle executivo e autorregulador

O controle executivo e autorregulador não foi detalhado nos estudos iniciais de Flavell e seus colaboradores, ficando a cargo da psicóloga Ann L. Brown realizá-lo. Voltando-se aos estudos no campo da leitura e compreensão de textos (1978), e apoiando-se na teoria do processamento da informação (1987), a autora fornece detalhamentos que podem auxiliar a compreensão da importância desse componente em processo de instrução guiado pela metacognição. Esse detalhamento que constitui os elementos metacognitivos foram apresentados no quadro 1 e são discutidos na continuidade. Vale lembrar que outros autores incluíram distintos elementos a essa componente, como é o caso de Schraw e Dennison (1994), ao incluir a depuração e gerenciamento de informação. Todavia, a opção do presente texto é por apresentar os elementos que permitem aproximar a metacognição da educação científica, como evidenciado por Rosa (2011) e nesse caso a seleção dos elementos vem ao encontro do especificado por Brown (1978; 1987).

O primeiro elemento representa o planejamento das atividades a serem executadas. Brown (1978) infere a *Planificação* como o elemento que envolve a definição de objetivos, a seleção de estratégias apropriadas, as predições, estratégia de sequenciamento e alocação de recursos. Assim, esse elemento seria o responsável por possibilitar que os alunos planejem suas ações e estruturem o modo como responderam ao objetivo cognitivo da atividade.

Brown (1987) aponta que esse elemento surge como demanda após a definição do problema ou da atividade a ser executada e atua como um selecionador de procedimentos a serem seguidos para alcançar êxito na ação. Entretanto, Brown (1987, p. 83, tradução nossa), reportando-se a Sacerdoti (1974), afirma que: “embora não faz sentido formular um plano de

epistemologia adequado antes de tentar a solução para um problema, as grandes linhas do plano devem ser agendadas em primeiro lugar, para que o sistema possa ver que ajustes precisam ser feitos durante a execução”. Continua a autora destacando que um plano deve conter metas relacionadas às decisões gerais sobre como abordar o problema apresentado. Essas decisões devem refletir a compreensão global que o planejador tem do problema e os métodos que irá aplicar.

A autora aponta ainda que bons solucionadores de problemas fazem planejamentos que envolvem a identificação de seus conhecimentos, fazem uso das informações que têm sobre o mundo, recorrem mais à abstração e reconhecem a importância do planejamento global. Em contrapartida, os planejadores com mais dificuldades (ou pobres em planejamento) frequentemente mudam seu foco de atenção, não visualizam o fim desejado e recorrem a situações semelhantes sem avaliar a pertinência frente ao problema proposto. Apoiando-se nas pesquisas em leitura de textos, Brown (1987) mostra que os bons leitores são os que planejam sua ação a partir da identificação do objetivo a ser alcançado e os com dificuldades na leitura iniciam esse procedimento sem ter clareza desse objetivo.

O segundo elemento dentro dessa componente é a *Monitoramento*, que se refere ao acompanhamento da ação para avaliar se, a partir do planejamento feito e da ação em execução, chegar-se-á ao objetivo pretendido. Brown (1987) reporta-se a esse elemento como sendo fundamental para o êxito da ação, uma vez que o acompanhamento servirá para reorganizar o planejamento inicial e, portanto, encontra-se muito próximo ao elemento planificação.

A monitoração diante de um processo de controle executivo e autorregulador foi resumida por Rosa (2011, p. 227): ela significa “a aquisição de informação sobre os processos de pensamento da pessoa durante uma atividade, envolvendo decisões sobre a tarefa a ser executada, sobre como a está executando, sobre os progressos obtidos, sobre o processo de evolução dessa execução e se lograrão êxito dessa forma”.

O último elemento integrante do controle executivo e autorregular refere-se à *Avaliação*. Avaliar a atividade realizada significa confrontar o resultado com o objetivo pretendido. Em outras palavras, representa o momento no qual o sujeito deve refletir de forma crítica sobre como ocorreu o processo de execução da atividade, as estratégias desenvolvidas para se alcançar os objetivos previamente estabelecidos e, ainda, avaliar possíveis falhas nesse processo. A respeito disso, Rosa (2011, p. 57) menciona que:

Num processo metacognitivo avaliar não se restringe apenas a registrar os resultados finais, mas envolve também confrontá-los com o objetivo pretendido, verificando possíveis equívocos e desvios, sejam operacionais, sejam conceituais. É também o momento de verificar se entenderam a atividade desenvolvida e o conhecimento envolvido.

Esses elementos metacognitivos (Planificação, Monitoramento e Avaliação) podem ser exemplificados, a exemplo do realizado por Rosa (2011), em uma atividade experimental de Física. A planificação, nessa atividade, corresponde ao momento em que o aluno faz a sua organização para a realização da tarefa, como a escolha de procedimentos, materiais, a identificação dos objetivos, o planejamento das etapas a serem desenvolvidas para alcançar os objetivos, entre outros. Durante a realização da atividade, o aluno precisa estar atento ao que está fazendo, verificando se os procedimentos adotados estão em coerência com os resultados obtidos com outras medidas ou com a teoria. Caso contrário, há necessidade de fazer ajustes, repensar os procedimentos ou medidas tomadas, correspondendo à monitoração da tarefa. Ao final, na avaliação, o aluno precisa confrontar os resultados com o processo desenvolvido e identificar a coerência ou incoerência na interpretação do conhecimento envolvido na atividade.

2.1.3 Outras compreensões sobre metacognição

O entendimento apresentado apoia-se nos estudos de Flavell, Wellman (1977) e Brown (1978; 1987) e discutido a partir de um estudo de viabilidade didática no campo do ensino de Física desenvolvido por Rosa (2011); entretanto, identificamos outras possibilidades de compreensão para o conceito, como já havia sido anunciado. Autores como a francesa Bernadette Noël, por exemplo, inferem que a metacognição está relacionada com a “consciência necessária para a capacidade de verbalizar a ação e para fazer um julgamento durante o curso de uma atividade” (NOËL, 1991, p. 10, tradução nossa). De acordo com sua proposição, a metacognição está dividida em três componentes: tomada de consciência, que representa a identificação do que o sujeito já sabe; julgamento, compreendido como a avaliação de suas capacidades para desenvolver a atividade; regulação vinculada aos mecanismos cognitivos e deliberações sobre a necessidade de modificar o conhecimento em razão da etapa anterior.

Em outra definição, temos o mencionado por Nelson e Narens (1994), que propõem um modelo metacognitivo em que a atividade é monitorada e controlada a fim de obter um resultado plausível. Antes ou durante a realização de uma ação, o sujeito atribui um julgamento ao resultado que imagina obter. Após a realização da tarefa, julga a probabilidade de ter logrado

êxito, revisando mentalmente todo o percurso. Dessa forma, segundo esses autores, a metacognição está estruturada em dois componentes: monitoramento e controle metacognitivo. O monitoramento é representado pela capacidade de observar, refletir, analisar, experienciar o andamento dos processos cognitivos, permitindo a realização de estimativas por parte dos sujeitos sobre seu desempenho cognitivo e o que precisa ser feito para obter êxito na tarefa. O controle metacognitivo está vinculado às decisões que os sujeitos tomam frente à ação e corresponde às estratégias buscadas por eles para obter sucesso em sua ação, ou seja, a autorregulação da ação. Tais componentes estão interligados e a eficiência dos processos cognitivos depende do modo como o monitoramento do processamento da informação e a capacidade de controlar esse processamento se desenrolam.

Efklides (2006), tem se dedicado a incluir as experiências metacognitivas como aspecto relevante na compreensão da metacognição, o que já havia sido assinalado por Flavell (1979). Para a autora, seriam três as componentes metacognitivas: experiências, conhecimento e habilidades. As experiências metacognitivas, associam-se ao conhecimento metacognitivo e as habilidades metacognitivas, como forma de enfatizar a presença das emoções no processo de ativação do pensamento metacognitivo e sua posterior agregação ao processo educativo. Os sentimentos de motivação, confiança, satisfação, estímulos entre outros estão associados a recuperação de informações/conhecimentos na memória e no controle da ação, representando desta forma, uma mola propulsora da ativação do conhecimento metacognitivo e, posteriormente, das habilidades metacognitivas (controle executivo e autorregulador). A autora enfatiza que a motivação é uma componente das experiências metacognitivas e, portanto, determinante para desencadear as interações com as estruturas de pensamento e que apoiam a evocação dos conhecimentos metacognitivas.

Por fim, mencionamos o entendimento de Veenman (2017) que partindo dos estudos de Flavell (1976; 1979) e Brown (1978), enfatiza a metacognição como o conhecimento e a regulação das atividades cognitivas nos processos de aprendizagem, distinguindo o primeiro como conhecimento metacognitivo e o segundo como habilidades metacognitivas, como mencionado na seção anterior. Os estudos de Veenman e colaboradores têm se centrado mais em explorar as habilidades metacognitivas e enfatizam a presença dos elementos planificação, monitoramento e avaliação, a exemplo do proposto por Brown.

A identificação de diferentes compreensões para o termo e o detalhamento dos elementos apresentados possibilitam visualizá-las em distintas situações no contexto escolar, representando o que entendemos por “estratégias metacognitivas”. Ao adotarmos como uma estratégia, conforme será detalhado mais adiante no texto, a metacognição pode atuar como

favorecedora da aprendizagem por meio de instrução explícita. Disso decorre que o uso de estratégias didáticas orientadas pela metacognição representam mecanismos impulsionadores da adoção dessa forma de pensamento nos alunos. Sua discussão requer antes uma diferenciação entre o que se entende por cognição e por metacognição, como uma introdução para o refinamento das discussões sobre as estratégias didáticas que pertencem as duas dimensões.

2.2 Cognição e metacognição

Tradicionalmente, a imagem da cognição está restrita aos processos e produtos mais chamativos e inequivocamente “inteligentes” da mente humana, ou seja, são os processos que constituem as imagens que evocam essa mente humana. Dessa forma, a cognição estaria relacionada ao que Flavell, Miller e Miller (1999, p. 9) entendem como processos mentais superiores correspondendo ao

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 a formação de relações, a simbolização e, talvez, a fantasia e os sonhos.

Continuam os autores, mencionando que contemporaneamente, são acrescentados a essa definição clássica outros processos, como “os movimentos motores, a percepção, as imagens mentais, a memória, a atenção e o aprendizado, além de variações sociopsicológicas” (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999, p. 9). Todavia, os mesmos autores mencionam que para uma concepção ampla do que é a cognição, é necessário compreender também a complexa inter-relação entre aspectos da cognição, considerando o funcionamento cognitivo efetivo em tempo real. Os processos cognitivos têm papel vital para a manutenção e desenvolvimento uns com os outros, numa concepção de interação mútua. Nesse sentido, ao associar a relação entre processos cognitivos e conhecimento, o modo como as pessoas elaboram os conceitos ou como os classificam pode influenciar, em alguma medida, no raciocínio e, conseqüentemente, na forma como percebem as coisas. Os autores comparam a mente a uma máquina, pois ela é formada por inúmeras partes interligadas que, juntas, formam “um sistema de componentes em interação, organizada de forma complexa” (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999, p. 10).

De acordo com esses mesmos autores, a metacognição, de forma geral, está relacionada a “qualquer conhecimento ou atividade cognitiva que toma como seu objeto, ou regula, qualquer aspecto de qualquer iniciativa cognitiva” (p. 125). Dessa forma, a metacognição está

fundamentada na cognição, pois é muito difícil ter um conhecimento metacognitivo adequado das competências de um domínio sem conhecimento substancial, ou seja, cognitivo, específico do domínio, tal como o conhecimento sobre conceitos e teorias relevantes num domínio, sobre dificuldades intrínsecas de um domínio e sobre o que é irrelevante.

Veenman, Van Hout-Wolters e Afflerbach (2006) destacam que grande parte das conceituações a respeito da metacognição segue a perspectiva da cognição de ordem superior à cognição. Nessa perspectiva, há um agente de ordem superior, o qual supervisiona e governa o sistema cognitivo ao mesmo tempo que faz parte dele. No entanto, os autores ressaltam que não é possível “dividir o eu em dois, dos quais um pensa enquanto o outro o observa pensando” (2006, p. 5). Visto dessa forma, a metacognição seria o conjunto de autoinstruções para regular o desempenho da tarefa, e a cognição seria um veículo dessas autoinstruções, de modo que um se conecta ao outro, tornando-se difícil separá-los ou colocá-los de formas distintas, já que um está relacionado ao outro.

Os autores mencionam ainda que, em algumas situações, é possível observar a metacognição quando os alunos verbalizam autoinstruções, “como isso é difícil para mim, vamos fazê-lo passo a passo ou espere, eu não sei o que essa palavra significa” (VEENMAN; VAN HOUT-WOLTERS; AFFLERBACH, 2006, p. 6). Seguem os autores especificando que nem sempre é possível observar de forma clara ou explícita os processos metacognitivos utilizados pelo aluno na realização da tarefa, como também, podem se tratar apenas de processos cuja natureza é cognitiva. Nesse sentido, os autores apontam que, as pesquisas futuras precisam mostrar de forma mais precisa “o conhecimento metacognitivo explicitamente verbalizado nas autoinstruções - atividades cognitivas que são indicativas de metacognição e atividade puramente cognitiva” (p. 6).

Kuhl e Kraska (1989) defendem que, em um nível mais superficial, parece ser mais simples distinguir a cognição da metacognição. Segundo os autores, a cognição está relacionada à representação dos objetos e fatos, num sentido mais específico, e a qualquer tipo de representação da informação proveniente do meio, num sentido mais amplo. Já a metacognição está relacionada ao conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à organização dos próprios processos cognitivos.

Brown (1978) destaca que, dentro dos inúmeros problemas relacionados à formulação de uma teoria sobre a metacognição, encontra-se a distinção entre cognição e metacognição. Contudo, lembra que um bom exemplo dessa relação está na habilidade para ler um texto e na habilidade para monitorar a compreensão desse texto. A primeira habilidade está mais relacionada ao campo da cognição, enquanto a segunda se situa na metacognição. Flavell

(1979), por sua vez, menciona que não é tão simples assim fazer essa distinção, uma vez que aparentemente algo que possa estar relacionado à monitoração da aprendizagem, por exemplo, pode estar a serviço do pensamento cognitivo.

Nesse mesmo sentido, Livingston (2003) também destaca que as definições utilizadas para metacognição trazem muitos problemas por não deixarem claro o que é metacognitivo e o que é cognitivo. A autora cita que Flavell (1979) não diferencia o conhecimento metacognitivo do cognitivo, mas a sua identificação entre um e o outro estaria na forma como uma informação é utilizada. Segundo ela, deve-se considerar que “a metacognição é referida como ‘pensar sobre o pensar’ e envolve a supervisão se uma meta cognitiva foi cumprida” (LIVINGSTON, 2003, p. 4, tradução nossa). E isso é um critério que pode ser usado para determinar que se trata de uma natureza metacognitiva. Ou em uma aproximação com as estratégias teríamos que as de natureza cognitiva envolve os recursos utilizados pelo indivíduo para alcançar o objetivo, enquanto que as metacognitivas garantem que o objetivo seja alcançado ou oportunizam que o reconhecimento do caminho trilhado para chegar a ele – tema que será explorado na próxima seção.

Hacker (1998), com o objetivo de clarear a distinção entre os domínios cognitivos e metacognitivos, menciona que uma das maneiras de diferenciar tais formas de pensamento está na identificação da fonte. Para ele, o que se situa no campo da cognição seriam as coisas do mundo real e suas imagens mentais, ou seja, os objetos, pessoas, eventos etc.; enquanto as relacionadas à metacognição estariam vinculadas às habilidades que os sujeitos apresentam para lidar com essas entidades. De forma mais clara, o autor pontua que os pensamentos metacognitivos não brotam da realidade externa imediata de uma pessoa; em vez disso, sua fonte está ligada às próprias representações mentais internas daquela realidade, que podem incluir o que se sabe sobre essa representação interna, como ela funciona e como se sente sobre ela.

Considerando os estudos apresentados acerca do esclarecimento entre o que é de natureza cognitiva e o que é de natureza metacognitiva, observamos que há um consenso entre os pesquisadores sobre a importância dessa diferenciação. Também é evidente, em seus estudos, que essa tarefa não é fácil, uma vez que se trata de conceitos complexos em que uma mesma situação pode se revelar no campo da cognição e em outro momento da metacognição. A utilização de distintas estratégias para cada uma das situações pode ser uma forma de diferenciação entre, todavia, elas estariam centradas na intencionalidade de quem utiliza ou propõe as estratégias e não em uma situação natural de espontaneidade. Considerando a intencionalidade podemos inferir que as estratégias orientadas pela cognição seriam aquelas

utilizadas pelo sujeito para resolver um problema, sem a associação de momentos de identificação de seus próprios conhecimentos, planificação das ações ou mesmo o acompanhamento e avaliação da ação executada, o que caracterizaria uma estratégia de natureza metacognitiva. Tal discussão passa a ser o objeto de discussão da próxima seção.

2.3 Estratégias metacognitivas: aprendizagem e ensino

De acordo com Camargo e Dias (2003), o termo “estratégia” tem sua origem a aproximadamente, 3000 anos e está associado a táticas desenvolvidas para alcançar vitórias. Desde então o termo vem sendo utilizado e passou a ser empregado em diferentes setores como a política, o financeiro, comércio, entre outros, cuja definição passou a compreender ações que devem ser realizadas para alcançar uma meta ou um objetivo. Ao adicionarmos a aprendizagem ele fica delineado como sendo um conjunto de ações que são realizadas para alcançar o objetivo de aprendizagem.

Falar em estratégias metacognitivas, pressupõe esclarecer o entendimento de aprendizagem e de que forma ela se aproxima da perspectiva metacognitiva adotada nesse estudo. Para isso partimos do entendimento de Moreira (1999) o qual coloca que o conceito de aprendizagem carrega vários significados, que podem incluir “condicionamento, aquisição de informação (aumento do conhecimento), mudança comportamental estável, uso do conhecimento na resolução de problemas, construção de novos significados, de novas estruturas cognitivas, revisão de modelos mentais” (p. 13). Segundo o autor, todas essas definições estão relacionadas à aprendizagem cognitiva, que envolve o armazenamento de conhecimentos na memória do indivíduo. O autor ainda destaca que a aprendizagem cognitiva (aquela que envolve o ato de conhecer), é distinta da aprendizagem afetiva (aquela que envolve experiências) e da aprendizagem psicomotora (aquela que envolve respostas musculares), embora em alguns momentos estas aprendizagens estejam interligadas.

Pozo (1996) aponta que para desencadear os processos cognitivos necessários para que os objetivos ou metas sejam alcançados ou que a aprendizagem seja efetivada é preciso recorrer as estratégias de aprendizagem. Essas estratégias, como assinalado por Pozo e Postigo (2000) pressupõe um controle sobre os próprios processo de aprendizagem e implicam necessariamente no entender dos autores da ativação do pensamento metacognitivo. Em outras palavras, Pozo (1996) apontam que para a aprendizagem não se limitar ao domínio de passos sequência e, conseqüentemente, a mera reprodução de conhecimento, o sujeito precisa recorrer a processos que o levem a ter consciência e controle da aprendizagem, ou seja, a processo de

natureza metacognitiva. Com isso o autor entende que a aprendizagem é mais efetiva quando o sujeito (estudante) se utiliza de estratégias de aprendizagem e nelas estariam associados ações de natureza metacognitiva, como o planejamento, a regulação e a avaliação.

Figueira (2006) destaca que há um grande número de definições e interpretações para o entendimento de estratégias de aprendizagem. Particularmente, em se tratando do contexto escolar e de forma geral e consensual entre os pesquisadores, pode-se definir “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” (p. 7). Desta forma, e compartilhando do expresso por Pozo, Figueira aponta que as estratégias de aprendizagem seriam as ações e os meios pelos quais o sujeito aprende.

Monereo et al. (1994), considerando também diferentes visões, coloca que as estratégias para aprendizagem são comportamentos planejados utilizados para a seleção e organização de mecanismos cognitivos, afetivos e motores para enfrentar situações problemáticas, globais ou específicas, de aprendizagem. Ainda, segundo esses autores, as estratégias têm uma função primária em qualquer processo de aprendizagem, cujo papel é “facilitar a assimilação da informação que chega do lado de fora ao sistema cognitivo do sujeito, que envolve gerenciar e monitorar a entrada, rotulagem-categorização, armazenamento, recuperação e saída de dados” (p. 4). Nesse detalhamento dos autores é possível identificar que as estratégias de aprendizagem podem envolver operações cognitivas e metacognitivas, que são adequadas às exigências de diferentes situações em que são realizadas deliberada e conscientemente para alcançar os objetivos de aprendizagem da maneira mais eficiente possível.

Rosa (2011; 2014) coloca que as estratégias de aprendizagem cognitivas seriam aquelas que tem o objetivo de auxiliar na organização do conhecimento, como por exemplo, elaborar tópicos, sublinhar, estabelecer redes de conceitos entre outros, e as estratégias de aprendizagem metacognitivas estariam envolvidas com o planejamento, a monitoração e a regulação do próprio pensamento. Infere-se, portanto, que as estratégias metacognitivas constituem um suporte para estratégias cognitivas.

Livingston (2003, p. 5, tradução nossa), seguindo o mencionado por Flavell, Miller e Miller (1999) coloca que:

As estratégias metacognitivas e cognitivas podem sobrepor-se na medida em que a mesma estratégia, como questionamento, poderia ser considerada tanto como uma estratégia cognitiva ou uma metacognitiva, dependendo do que o objetivo do uso dessa estratégia pode ser.

De forma a exemplificar, a autora cita que, durante uma leitura, quando o sujeito levanta questionamentos como uma forma de estratégia para compreendê-lo, estes podem fornecer conhecimento cognitivo, ou, por outro lado, podem representar uma forma de monitorar o que foi lido, ou seja, um conhecimento metacognitivo. Isso revela que as estratégias “estão intimamente ligadas e dependentes umas das outras, qualquer tentativa de analisar um sem reconhecer o outro não daria uma imagem adequada” (LIVINGSTON, 2003, p. 5, tradução nossa).

Rosa (2014) infere que o uso de estratégias de aprendizagem favorece uma aprendizagem significativa, uma vez que desafia e oportuniza o aluno a construir o seu próprio conhecimento, através da mediação do professor. A autora ainda enfatiza que as estratégias de aprendizagem que se utilizam de processos metacognitivos representam um aprendizado mais rico, e “conduzem os aprendizes a entender não apenas os conhecimentos específicos, mas também os mecanismos internos que lhes permitiram a construção desses conhecimentos” (ROSA, 2014, p. 82).

Retomando a perspectiva de Monereo e agora referindo-se a estudo desenvolvido com colaboradores, inferimos que as estratégias de aprendizagem são definidas como “processos decisórios (conscientes e intencionais) nos quais o aluno escolhe e recupera, de forma coordenada, o conhecimento necessário para completar uma demanda determinada ou objetivo, dependendo das características da situação educacional em que a ação ocorre” (1994, p. 27, tradução nossa). Isso significa que um estudante para utilizar uma determinada estratégia de aprendizagem, precisa planejar, regular e avaliar as suas ações de forma a adaptá-la ao seu conhecimento e as demandas da tarefa e do contexto, o que envolve ativar processos metacognitivos.

Visto dessa forma, o aluno não deve apenas conhecer ou utilizar um procedimento para resolver uma tarefa específica, repetindo as etapas corretas de sua utilização. Mas deve também ser capaz de avaliar as vantagens de um procedimento em relação a outro, para aquela atividade específica e refletir em como essa técnica ou procedimento pode ser útil na resolução da tarefa. Nesse processo, é importante destacar que a consciência de ambos os conteúdos de conhecimento das estratégias empregadas e sua eficácia (regulação da cognição) vêm como resultado da reflexão consciente realizado durante o processo de ensino.

Monereo et al. (1994, p. 23, tradução nossa) fazem uma distinção entre o que seria uma estratégia de aprendizagem e o uso apenas de um procedimento ou técnica: “As técnicas podem ser utilizadas mais ou menos mecanicamente, sem que seja necessário que para a sua aplicação exista uma finalidade de aprendizagem por parte do usuário”. Segundo os autores, as técnicas,

assim como os procedimentos, seriam elementos subordinados ao uso das estratégias. Segue esses mesmos autores, “as estratégias, por outro lado, são sempre conscientes e intencional, visando um objetivo relacionado à aprendizagem” (p. 23, tradução nossa). Os autores ressaltam que, muitas vezes, os termos “técnicas” e “procedimentos” aparecem como sinônimos, mas é necessário distingui-los para que se possa concentrar nos objetivos de uma aprendizagem.

Monereo et al. (1994) afirmam que o interesse dessa forma de aprendizagem não está apenas em transmitir certos procedimentos, para que o aluno possa realizar determinada tarefa, mas sim que ele possa construir um conhecimento próprio sobre o uso adequado desses procedimentos. Essa construção pessoal, que deve partir do conhecimento já adquirido, está intimamente relacionada à reflexão ativa e consciente sobre quando e por que um procedimento ou técnica é apropriado, ou em relação aos requisitos que tanto o conteúdo quanto a situação de ensino possam exigir ao resolver a tarefa.

Os autores mencionados, utilizando-se de uma analogia, apresentam como essa estratégia de aprendizagem seria operacionalizada na execução de uma tarefa. Suponha que o objetivo da tarefa seja a de cortar uma peça (uma manga, um dossel e o vidro de uma janela, por exemplo) a partir de determinado material (um pedaço de pano, a superfície de um tubo e um vidro). Para cada situação, os profissionais precisam tomar decisões a respeito de qual processo devem utilizar para realizar o corte, ou seja, utilizar uma estratégia. Nesse caso, precisam levar em consideração o material a ser cortado (isso representa o conteúdo); escolher a ferramenta adequada (aqui seria o tipo de procedimento a ser utilizado); alguns materiais precisam de ferramentas específicas (procedimentos específicos de uma disciplina); a qualidade e complexidade do produto a ser desenvolvido (qualidade e complexidade da aprendizagem); a habilidade do profissional em manusear as ferramentas (por exemplo, para sintetizar um texto pode ser utilizado um resumo, um esquema, uma tabela). Também é preciso considerar as condições externas, como o tempo disponível, as preferências do cliente (no caso, as preferências do professor), o trabalho em equipe ou individual, a aproximação que cada um tem com o tipo de tarefa, entre outros aspectos (MONEREO et al., 1994).

A partir de exemplos como o mencionado, os autores apontam que, para um aluno utilizar estratégias de aprendizagens, podemos inferir três objetivos principais, que devem ser desenvolvidos a fim de que ele possa aprender a ser estratégico: o primeiro objetivo é melhorar o conhecimento declarativo e processual (conhecimentos específicos, disciplinares e interdisciplinares); o segundo e o mais desafiador consiste em aumentar a consciência do aluno sobre as operações e decisões que toma quando aprende um conteúdo ou resolve uma tarefa; o terceiro é o necessário para promover o conhecimento e a análise das condições exigidas para

a resolução de um certo tipo de tarefa ou a aprendizagem de um conteúdo específico, ou seja, conseguir transferir as estratégias usadas para novas situações, por meio do reconhecimento de condições similares em uma nova situação.

Esses três objetivos podem ajudar os alunos a aprender de forma mais consciente, analisando e monitorando suas atividades de aprendizagem, especialmente no momento em que planejam sua ação durante a sua execução e também durante a avaliação do executado nessa ação – processos tipicamente metacognitivos. Mas como promover tais objetivos e levar o aluno a aprender as estratégias de aprendizagem?

Sobre isso Monereo et al. (1994, p. 32, tradução nossa) destacam que

o ensino de estratégias está ligado à metodologia de ensino-aprendizagem utilizada pelo professor para favorecer uma dinâmica em que a premissa "refletir ou pensar em voz alta sobre como pensa-se ao aprender", ocupa um lugar privilegiado em cada uma das atividades escolares.

Em tal compreensão, a ação do professor é fundamental, pois é ele quem planeja as atividades, repassa para os alunos, avalia e fornece certos mecanismos de ajuda pedagógica que podem favorecer ou não o aprendizado dessas estratégias. A discussão sobre a importância do papel do professor no uso das estratégias de aprendizagem é objeto de discussão da próxima seção.

2.3.1 O professor e as estratégias de aprendizagem

O verbo “ensinar” vem do latim *insignare* (despertar para o conhecimento) e refere-se à ação de comunicar algum conhecimento, habilidade ou experiência a alguém de forma organizada para aprendê-lo, usando um conjunto de métodos, técnicas e procedimentos adequados. O professor, nesse contexto, representa o profissional que possui a teoria, a sistematização metodológica e a intencionalidade educacional e tem a função de mediação, na qual recorre a mecanismos de orientação capazes de guiar o aluno para alcançar seus objetivos de aprendizagem.

A partir do entendimento sobre o papel central do professor no processo de aprendizagem, a escola torna-se o local ideal para ensinar aos alunos como utilizar as estratégias de aprendizagem, pois dificilmente estratégias elaboradas, por exemplo, compreensão, leitura ou resolução de problemas são desenvolvidas sem orientação. Por outro lado, é preciso considerar que o ensino ineficiente pode fazer com que os alunos não desenvolvam estratégias

de aprendizagem adequadas que, posteriormente, podem se revelar um obstáculo à construção do conhecimento por parte dos alunos.

A respeito disso Monereo et al. (1994) reconhecem que, para os alunos utilizarem as estratégias de aprendizagem, é necessário que o professor também o faça, sendo “estratégico”, ou seja, ele deve conhecer e usar estratégias de aprendizagem na estruturação das ações didáticas. Monereo e Clariana (1993) definem um “professor estratégico” como aquele que apresenta competências reguladoras que tornam possíveis a planificação, o monitoramento e a avaliação dos seus processos cognitivos, ou seja, metacognitivos, tanto no momento da aprendizagem dos conteúdos a serem ensinados quanto no momento que passa a ensiná-los para os alunos.

Mas, como já salientado, as estratégias precisam ser aprendidas e isso não é diferente quando se trata do professor. Conforme os autores, é necessário que os professores sejam “aprendizes” no seu próprio processo de formação, obtendo o conhecimento “declarativo” (sobre os objetos, propriedades, relações gerais e específicos), o conhecimento procedimental (sobre como ele aprende) e, acima de tudo, o conhecimento condicional (sobre quando e para que propósito utilizará o conteúdo aprendido), para poder tomar decisões mais apropriadas na organização e preparo das aulas e no momento de ensiná-lo, formando estudantes estratégicos. Para aprender a ser estratégicos, Monereo et al. (1994, p. 54, tradução nossa) especificam que há dois requisitos fundamentais que devem ser considerados:

O primeiro refere-se à reflexão sobre o estado do próprio conhecimento e habilidades, e envolveria a capacidade de pensar e responder perguntas como: Sou capaz de escrever sinteticamente as ideias que um professor expõe? Eu posso lembrar depois de uma semana de aula os nomes e sobrenomes de todos os meus alunos? Eu tenho os recursos necessários para gerenciar adequadamente uma atividade? Sei como expandir meu conhecimento sobre minha especialidade? Esta avaliação do conhecimento ou habilidades em uma situação hipotética, ou uma autoimagem cognitiva, adquire um papel relevante quando se trata de prever o sucesso antes de uma tarefa específica e permite tomar decisões que facilitem a realização de um objetivo. O segundo requisito refere-se à capacidade do aprendiz de regular seu desempenho para executar uma tarefa ou resolver um problema, e envolve a capacidade de pensar e responder a perguntas como as seguintes: no início da tarefa, quais são os objetivos que pretendo conseguir? Quais parâmetros devo levar em conta para resolvê-lo? Que conhecimento é preciso para realizá-lo? Durante a realização da tarefa, estou atingindo os objetivos que pretendo? Os procedimentos que estou usando são adequados? Estou ajustando meu desempenho no momento quando necessário? No final da tarefa eu alcancei os objetivos inicialmente propostos? Se eu recomeçasse quais fases do processo eu modificaria?

Outro requisito mencionado por Monereo et al. (1994), e de grande importância na definição do como ser estratégico, é a intencionalidade. Segundo os autores, os sujeitos não passam a ser estratégicos de forma espontânea é necessário que tenham a intensão voltada para

isso. Os autores salientam que cabe ao indivíduo à decisão em usar os procedimentos de aprendizagem para resolver uma tarefa com um propósito específico, não de forma aleatória, em que o objetivo perseguido nem sempre é o mesmo. Em algumas ocasiões, o interesse pode se concentrar na aquisição de cultura sobre um assunto; em outros, a intenção é aprofundar o conhecimento de um assunto; em outros casos, o propósito pode ser concordar em um ponto de vista, ou especialmente quando se trata do professor, o objetivo é o de ensinar os alunos o que aprendeu.

Essa diversidade de objetivos que o aprendiz enfrenta determinará sua decisão em relação a quais procedimentos de aprendizado serão usados e de que maneira. Se o professor é o aprendiz, especialmente ao executar atividades de aprendizagem, seu desafio será em como ensinar o que aprendeu aos seus alunos. A intencionalidade nesse caso tem um papel fundamental na preparação da sua aula, pois, conhecendo as estratégias adequadas, pode propor atividades, ou seja, procedimentos que favoreçam nos alunos o desenvolvimento de tais estratégias.

Mas como o professor pode aprender a ser estratégico? Monereo et al. (1994) sinalizam que, para o professor aprender a ser estratégico em sua disciplina e implementar estratégias na sala de aula, é necessário que, na sua formação, desde o nível universitário até a formação continuada, elas sejam desenvolvidas. A formação inicial de profissionais competentes deve abarcar, além dos conhecimentos específicos da área, instrumentos de interpretação e análise que permitam ao docente a capacidade de refletir sobre sua didática, tomar decisões sobre o seu desempenho como aprendizes e como professores estratégicos, de modo a enriquecer e expandir a formação na interação com a realidade cotidiana da prática profissional.

Sobre isso, cabe o seguinte questionamento: qual o papel do professor no processo de formação e desenvolvimento das estratégias de aprendizagem de seus alunos? Aqui é necessário compreender o caráter bilateral do processo de ensino-aprendizagem: o professor, ao orientar o desenvolvimento de seus alunos por meio desse processo, não só faz isso adquirindo o conhecimento necessário, mas também experiências, normas, valores, técnicas, modos de ação, hábitos e habilidades.

Grangeat (1999) enfatiza que o professor pode desenvolver inúmeras situações que possam estimular o aluno a recorrer a vários métodos e, dessa forma, avaliar suas escolhas. É dessa forma que o aluno, sobretudo aqueles com mais dificuldades, tem a oportunidade de conduzir de maneira refletida suas próprias operações cognitivas. Ainda a respeito disso, Brown (1987) também destaca o papel do professor, ao dizer que ele tem a função de mediador na

aprendizagem e age como um promotor da autorregulação, ou seja, deve ensinar o aluno a planejar e monitorar suas atividades numa perspectiva metacognitiva.

2.3.2 Como trabalhar as estratégias de aprendizagem no contexto escolar

É significativo que os processos educacionais possam orientar e fomentar habilidades de pensamento nos estudantes, isto é, aprender a aprender e aprender a pensar de forma autônoma, e não apenas acumular conhecimentos sem significado. Como já mencionado, a efetivação desses processos no contexto escolar está fortemente ligada ao papel do professor, que, por meio da sua metodologia de ensino, pode contribuir para que os alunos passem a adotar essa forma de pensamento. Por outro lado, como salientam Monereo et al. (1994), se o trabalho realizado pelo professor não for adequado, pode favorecer o desenvolvimento de um pensamento rígido nos alunos, uma forma mecânica de aprendizagem, ou ainda, transformar-se em dificuldades no aprendizado da disciplina.

Destacamos, ainda, que a verdadeira aprendizagem é aquela adquirida de forma ativa e consciente, por meio de um sistema de ações e práticas mentais empreendidas pelo aluno e que têm como precedente a orientação do professor. Essa orientação varia quantitativa e qualitativamente ao longo do processo de ensino-aprendizagem, conforme destaca Pérez Cabaní (1995, p. 2, tradução nossa):

A ajuda necessária em cada momento do processo será variável em forma e quantidade. Às vezes, o ajuste da ajuda pedagógica será alcançado, fornecendo ao aluno informações organizadas e estruturadas; em outras ocasiões, oferecendo modelos de ação para imitar, em outros, pedindo instruções e sugestões mais ou menos detalhada para enfrentar o trabalho, ou em outros casos, permitindo-lhe escolher e desenvolver completamente autonomamente a atividade de aprendizagem.

Sintetizando o apresentado, Monereo et al. (1994) anuncia algumas orientações que o professor deve realizar para ensinar seus alunos a aprender estratégias de aprendizagem, a saber:

- a) o professor deve ajudar na análise das operações e decisões mentais tomadas no processo de resolução de uma tarefa, a fim de melhorar os processos cognitivos que os alunos utilizam. Deve orientá-lo a buscar onde e como pesquisar, como selecionar informações relevantes, como elaborar e confirmar uma hipótese, que forma e sob quais critérios organizar e apresentar as informações descobertas, entre outros.
- b) o professor deve explicar as relações existentes entre o conteúdo e a forma como ele é ensinado, oferecendo modelos de aprendizado sobre como aprender o assunto e as

relações com o mundo vivencial. Nesse processo, é necessário favorecer o uso estratégico de procedimentos de aprendizagem;

- c) o professor deve induzir os alunos a pensarem de forma reflexiva sobre os processos de pensamento que utilizam para resolver os problemas propostos na sala de aula, levando em conta as características particulares ou condições em que ocorre, como enunciado do problema e indicações prévias do professor, resultado a ser obtido, palavras-chave do problema, algoritmos e/ou heurísticos de resolução, recursos que podem ser usados, restrições de tempo, etc. Dessa forma, as técnicas de estudo não devem ser apresentadas de forma prescritiva, mas por meio de oportunidades em que os alunos possam aplicar estratégias e decidir em que momento e de que modo elas serão realizadas;
- d) o professor deve propor avaliações que permitam a reelaboração das ideias ensinadas e não apenas a sua repetição. Diferentes estudos mostraram que avaliações que propõem uma evolução do que é aprendido afetam muito a forma e a qualidade do estudo e da aprendizagem dos alunos. Esses estudos ainda apontam que as avaliações baseadas na resolução de problemas ou na análise de casos facilitam uma aprendizagem mais significativa e abrangente dos conceitos estudados.

Monereo et al. (1994) mencionam uma orientação metodológica que o professor pode utilizar no intuito de que o processo de ensino-aprendizado se efetive e para que o aluno passe a ter cada vez mais autonomia e controle da sua própria aprendizagem. Dessa forma, ensinar os alunos a agir estrategicamente, durante o seu aprendizado, significaria “passar a função reguladora desempenhada pelo professor para autorregular sua aprendizagem, e assim planejar, controlar e avaliar suas operações mentais enquanto aprendem um processo de ensino” (p. 67, tradução nossa). O esquema elaborado pelos autores está sintetizado no Quadro 3.

O exposto sobre as estratégias de aprendizagem anunciadas por Monereo et al. (1994) e os respectivos entendimentos sobre o papel e as possibilidades do professor recorrer a elas representam movimentos de natureza metacognitiva, como bem destacado pelo próprio autor em trabalho publicado em 2001. Mesmo sem se ater especificamente a elas, os autores dialogam com essa possibilidade à medida que defendem a importância do aluno (ou professor) reconhecer seus conhecimentos, bem como no momento em que devem autorregular sua ação, por meio da planificação, monitoramento e avaliação. Nesse contexto, reconhecemos a importância de que as estratégias utilizadas pelos professores ou pelos alunos representam estratégias metacognitivas e podem ser agregadas às diferentes ferramentas didáticas.

Todavia, unimos a essa proposta de Monereo et al. (1994) a etapa de tomada de consciência sobre os próprios conhecimentos ou, como proposto por Flavell (1976), o “conhecimento do conhecimento”, uma vez que essa componente metacognitiva não tem sido considerada nas discussões de Monereo e seus colaboradores em estudos que explicitam as estratégias de ensino e de aprendizagem. O apresentado por Monereo et al. (1994), embora represente uma perspectiva metodológica interessante e com especificidades que julgamos fundamentais para um ensino por estratégias metacognitivas, foca as ações na parte do controle executivo e autorregulador (planificação, monitoramento e avaliação) a exemplo de outros autores como Juan Ignacio Pozo, Tina Jacobowitz, John Farley, entre outros. O que, a nosso entender, carece de ser ampliado na perspectiva de trazer para o contexto escolar perspectivas que permitam inferir explicitamente no contexto escolar situações que estimulem o conhecimento metacognitivo ligada a tomada de consciência sobre os próprios conhecimentos. Tais elementos vêm ao encontro do especificado por Flavell e Wellman (1977) e já discutidos nas primeiras seções deste capítulo, ou seja, os elementos considerados as variáveis que interferem na tomada de consciência do sujeito/estudante sobre seus próprios conhecimentos: pessoa, tarefa e estratégia. A defesa dessa importância pode ser analisada a partir dos estudos de Rosa e colaboradores (2011; 2017; 2018; 2020; 2021), que evidenciam a pertinência de considerar explicitamente nas ações didáticas, a presença de momentos de ativação do conhecimento do conhecimento e não o deixar na espontaneidade do processo como defendido por Monereo, Pozo e outros.

Nesse contexto, consideramos que o contemplado por Monereo et al. (1994) acrescido dos elementos mencionados, podem oportunizar uma qualificação no processo ensino-aprendizagem, particularmente daqueles que declaradamente não se apoiam nessa possibilidade em suas ações de aprendizagem escolar. Essa representa a aposta do presente estudo e que passamos a discutir na sequência. A escolha é por trazer a perspectiva defendida em termos

das estratégias de aprendizagem em Monereo e colaboradores, associando ao já evidenciado no estudo de Rosa (2011) em termos da viabilidade de uma proposta didática em Física envolvendo as atividades experimentais. Portanto, trata-se de um estudo de ampliação do apresentado pela autora tanto em termos das ferramentas didáticas, como da compreensão da metacognição com estratégia didática.

Antes, porém, e seguindo o anunciado na Introdução, nos ocupamos de discutir estudos envolvendo a associação da metacognição com as ferramentas didáticas, relatando o modo como esses autores tem proposto tal associação. Além disso, exemplificamos algumas dessas associações por meio da aplicação na forma de estudos-ensaios junto a turmas de ensino médio de uma escola pública do Rio Grande do Sul. O propósito é relatamos o estudo desenvolvido a partir dessa ferramenta e ao mesmo tempo descrever investigações vinculadas a determinadas ferramentas didáticas.

3 ESTUDOS RELACIONADOS E OS PRIMEIROS PASSOS DA INVESTIGAÇÃO⁴

O capítulo apresenta diferentes possibilidades de agregar estratégias metacognitivas às ferramentas didáticas, particularmente, às vinculadas ao componente curricular Física. O capítulo estruturado em seções que especificam essas diferentes ferramentas, apresenta seu entendimento e estudos que relatam a sua aproximação com a metacognição. Ao mesmo tempo, descrevemos em cada seção um ensaio realizado na forma de primeiros passos da investigação, em que tais possibilidades foram operacionalizadas no contexto escolar. Esses ensaios correspondem às aplicações realizadas em turmas de ensino médio, a partir de trabalhos existentes na literatura revisada e que relatam situações onde a metacognição foi associada de forma explícita a uma determinada ferramenta didática no campo do ensino de Física. As ferramentas selecionadas para compor esse capítulo foram: resolução de problemas, atividades experimentais e leitura de textos.

3.1 Seleção dos estudos e contexto de aplicação dos estudos iniciais

Para compor os estudos que caracterizam a revisão de literatura, a serem descritos neste capítulo e que são relatados juntamente com os ensaios, tomamos como referência o banco de teses e dissertações da CAPES⁵ e a base de dados ERIC⁶. Nelas investigamos por meio do uso de descritores, estudos vinculados a Física, a metacognição e a intervenções didáticas. O intuito esteve em localizar trabalhos que elucidassem a forma como as estratégias metacognitivas se associam ao ensino de Física. Para tanto, recorreremos às combinações de descritores (Quadro 4), sendo que no banco de teses e dissertações da Capes o uso dos descritores foi em língua portuguesa e da base ERIC em língua inglesa.

Quadro 4 - Descritores utilizados na pesquisa bibliográfica.

Banco de teses e dissertações da CAPES	Base de dados ERIC
“Física” AND “metacognição” AND “intervenção”	“(metacognition OR metacognitive) AND physic”
“Física” AND “estratégia metacognitiva” AND “intervenção”	“problem solving” AND “Metacognitive strategies” AND “Physics”
“Física” AND “estratégia de aprendizagem metacognitiva” AND “intervenção”	“Experimental Activities” AND “Metacognitive Strategies” AND “Physics”
“Física” AND “aprendizagem metacognitiva” AND “intervenção”	“Metacognitive Strategies” AND “Reading of Scientific Texts”

Fonte: Autora, 2018.

⁴ Este capítulo serviu de base para a elaboração do artigo intitulado “Resolução de problemas em Física por meio de estratégias metacognitivas: análise de uma experiência didática no ensino médio” submetido ao periódico *Actio: docência em Ciências*.

⁵ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) é o órgão regulamentador e avaliador da pós-graduação no Brasil.

⁶ A base Education Resources Information Center (ERIC), é considerada uma das mais completas e a mais antiga base de dados no campo da investigação em Educação em Ciências.

Nessa busca encontramos um conjunto de trabalhos os quais foram lidos seus títulos e resumos, selecionando aqueles que se aproximavam do objetivo do nosso estudo e poderiam contribuir para os ensaios realizados. Tais estudos que são descritos na continuidade ficaram resumidos a uma tese e duas dissertações disponibilizadas na base da CAPES, e seis artigos disponibilizados na base ERIC. A esses juntamos mais uma tese e três artigos que não estavam relatados nas bases mencionadas, mas que julgamos trazer contribuições para essa etapa do estudo. O Quadro 5 a seguir apresenta os estudos utilizados, descrevendo seu título, autor(es), tipo de produção, ano e base de dados no qual o texto pode ser encontrado.

Quadro 5 - Estudos utilizados na revisão de literatura.

Título	Autor(es)	Produção	Ano	Base de dados
The Patterns of Physics Problem-Solving from the Perspective of Metacognition	Fatin Aliah Phang binti Abdullah	Tese	2009	Outro
A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física	Cleci Teresinha Werner da Rosa	Tese	2011	CAPES
Estratégias Metacognitivas na resolução de problemas em Física	Caroline Maria Ghiggi	Dissertação	2017	CAPES
Efeito de um programa de intervenção de estratégias metacognitivas na resolução de problemas e tomada de decisão de estudantes universitários	Maria do Socorro Tavares Cavalcante Vieira	Dissertação	2018	CAPES
AIM: A Metacognitive Strategy for Constructing the Main Idea of Text.	Tina Jacobowitz	Artigo	1990	ERIC
Skills Needed for Reading Comprehension of Physics Texts and Their Relation to Problem-Solving Ability	Adina Koch; Shulamith G. Eckstein	Artigo	1995	ERIC
K-W-L: A Teaching Model That Develops Active Reading of Expository Text	Donna M. Ogle	Artigo	1996	ERIC
Metacognitive activity in the physics student laboratory: is increased metacognition necessarily better?	Rebecca Lippmann Kung; Cedric Linder.	Artigo	2007	Outro
A multivariate model of physics problem solving.	Gita Taasobshirazi; John Farley.	Artigo	2013	ERIC
Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física	Julia Hinojosa; Sanmartí Neus.	Artigo	2014	Outro
The Perceptions of Pre-Service Science Teachers' About Using Vee Diagrams And Electronic Portfolios in Physics Laboratory Course.	İlke Çalışkan.	Artigo	2014	Outro
Computer Problem-Solving Coaches for Introductory Physics: Design and Usability Studies	Qing X. Ryan; Evan Frodermann; Kenneth Heller; Leonardo Hsu; Andrew Mason.	Artigo	2016	ERIC
Sketch strategy of knowledge in physics learning and its influence on metacognitive	Bunga D. Amin; Helmi Abdullah e Jasruddin D. Malago	Artigo	2018	ERIC

Fonte: Autora, 2019.

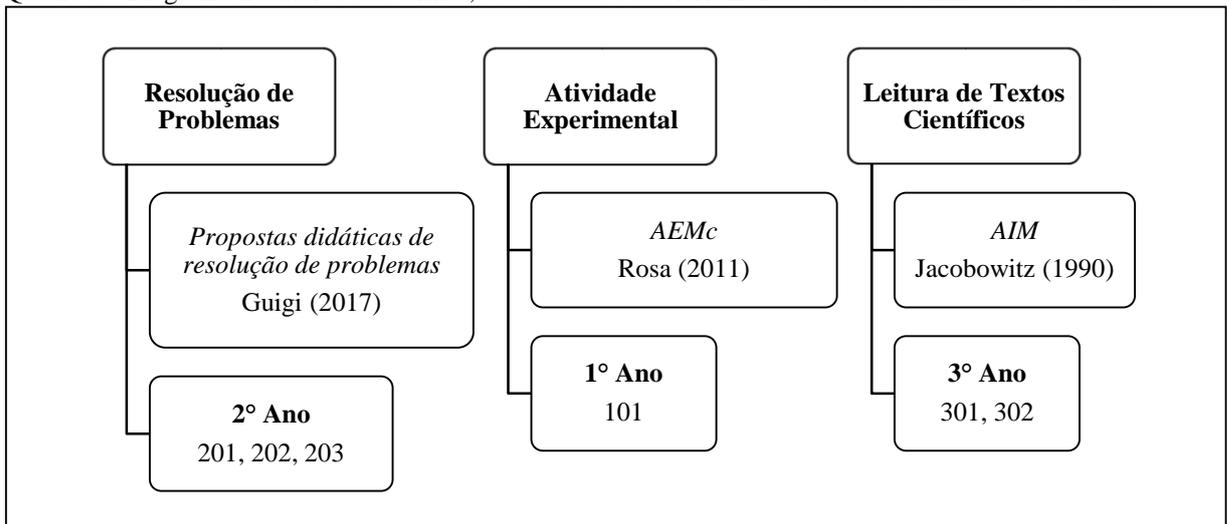
O escopo está em relatar os estudos encontrados e que foram selecionados para essa etapa, uma vez que descrever todos os encontrados nas bases de dados com o uso dos descritores mencionados, tornaria a leitura exaustiva. Objetivamos ilustrar possibilidades de associação da metacognição com as ferramentas didáticas frequentemente utilizadas no ensino de Física e não proceder estudos do tipo “estado do conhecimento” ou “estado da arte”, como frequentemente utilizados em teses e dissertações. A opção do presente estudo foi por identificar aqueles que poderiam contribuir com o estudo.

A partir da identificação desses estudos passamos a estruturar uma proposta didática com cada uma das ferramentas didáticas, todavia. O intuito estava em verificar possibilidades antes de estabelecer a proposta didática a ser utilizada no estudo definitivo da tese.

Neste momento do estudo e em se tratando de estudos na forma de ensaios, definimos como *locus* de aplicação uma escola pública localizada em um município do interior do Rio Grande do Sul. O ensaio que integra cada uma das seções a seguir, foi aplicado em diferentes turmas do ensino médio, cada uma correspondendo a uma ferramenta didática selecionada.

O Quadro 6 a seguir ilustra como foi organizada a distribuição das ferramentas junto as séries e turmas do ensino médio, bem como aponta qual dos estudos serviu de referência para o ensaio em cada série do ensino médio.

Quadro 6 - Diagrama ilustrativo das turmas, dos estudos e das ferramentas didáticas utilizadas nos ensaios.



Fonte: Autora, 2019.

Estes estudos são relatados na sequência, bem como as discussões do ensaio correspondente. Tais discussões estão focados na análise da viabilidade operacional das propostas utilizadas no ensaio.

3.2 Resolução de problemas em Física

A resolução de problemas é frequentemente citada como uma habilidade essencial para todos os cidadãos em uma sociedade moderna (FULLER, 1986) e ocupa lugar de destaque no sistema educacional brasileiro. No campo da educação em Ciências e em especial no ensino de Física, a resolução de problemas tem configurado entre as mais significativas ferramentas didáticas, ocupando considerável espaço na carga horária semanal desse componente curricular (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012). Por sua importância, Rosa e Meneses (2018, p. 592), assinalam que a “resolução de problemas está entre os objetivos do ensino de Física e tem sido vista como uma maneira de familiarizar os alunos com a cultura da ciência”.

Há vários estudos que corroboram o mencionado e ainda apontam que a resolução de problemas pode ser usada como uma ferramenta didática eficaz na ciência (GAGNÉ, 1985; WATTS, 1991; 1994; GARRETT, 1986). Além disso, esses estudos anunciam que essa é uma das melhores maneiras de envolver os alunos nas operações de pensamento de análise, síntese e avaliação. Dewey (1979), um dos mais expressivos filósofos americanos, já apontava que a aprendizagem quando parte de problemas ou situações associadas as experiências reais, estimulam a cognição para mobilizar práticas de investigação e resolução criativa dos problemas. Portanto, resolver problemas faz parte do desenvolvimento cognitivo e no caso do ensino de Física, constitui elemento indispensável a sua aprendizagem. De fato, como especificado por Smith, Disessa e Roschelle (1994) a resolução de problemas tem sido vista como uma maneira de facilitar a construção dos conhecimentos em Física.

Em outro viés Chi, Glaser e Rees (1982) mostram que a resolução de problemas se constituiu parte importante no processo de aprendizagem, uma vez que favorece aos alunos exercer algum grau de autorregulação sobre essa aprendizagem, especialmente quando envolve desafios e soluções não óbvias. Desta forma, seguem os autores mencionando que existe um problema quando existe uma “situação em que você está tentando alcançar um objetivo, e deve encontrar um meio para chegar lá” (p. 229).

A respeito disso, Resnick e Glaser (1976, p. 209, tradução nossa) colocam que:

Um problema refere-se a uma situação em que um indivíduo é chamado a executar uma tarefa não encontrada anteriormente e para quais instruções fornecidas externamente não especifique completamente o modo de solução. A tarefa particular é nova para o indivíduo, embora processos ou conhecimentos já disponíveis possam ser chamados para solução.

Para Schunk (2000), todos os problemas têm certas semelhanças independentemente do contexto em que surgem ou de sua complexidade, dentre os quais destaca: um estado inicial, que representa o conhecimento que o solucionador de problemas já possui; um objetivo, que diz respeito ao que se pretende atingir, ou seja, ao estabelecimento de passos sequenciais que permitam a resolução daquele problema; e, por fim, as operações de execução, que são as atividades cognitivas e comportamentais, que atuam sobre o estado inicial e ao objetivo alterando a natureza desses estados. Com esse entendimento, o autor destaca que nem todas as atividades de aprendizagem na escola envolvem a resolução de um problema, uma vez que, pode ocorrer que quando os alunos se tornam tão habilidosos em solucionar problemas isso passa a ser de forma automática, o que acaba se tornando uma forma mecânica que leva a uma solução correta, mas sem qualquer entendimento do sujeito. Sendo assim, a resolução de problemas refere-se ao esforço necessário para atingir um objetivo ou de encontrar uma solução quando nenhuma solução automática está disponível.

Nesse sentido, Peduzzi (1997) faz uma distinção entre o que representa um problema e o que se trata apenas de um exercício. Um problema, de uma forma mais geral, é uma situação proposta que pode ser quantitativa ou qualitativa, em que “um indivíduo quando, procurando resolvê-la, ele não é levado à solução (no caso dela ocorrer) de uma forma imediata ou automática” (p. 230). Nesse processo, o solucionador envolve-se em uma ação de reflexão e de tomada de decisões em que precisará estabelecer passos a seguir. Já um exercício é uma rotina automatizada, em que o indivíduo já tem conhecimento a respeito de como resolvê-lo, ou seja, advém de uma prática, e que, portanto, não será necessário recorrer a novos caminhos. No entanto, essa distinção é bastante sutil, uma vez que a situação proposta para uma pessoa pode representar um mero exercício, enquanto que para outra pode representar um problema. Mas, independentemente da situação será requerido do indivíduo a ativação de diversos tipos de conhecimento, de procedimentos, de atitudes e motivações.

Gil-Pérez e Martínez Torregrosa (1987), por sua vez, diferenciam problemas de exercícios mencionando que para esses últimos, os alunos têm disponível respostas satisfatórias e que foram previamente preparadas; entretanto, isso não ocorre para os verdadeiros problemas, no qual há necessidade de buscar alternativas que muitas vezes não foram pensadas por eles. Continuam os autores destacando que os exercícios pelo caráter repetitivo causam menos obstáculos no processo de ensino-aprendizagem que os problemas.

Em termos da resolução de problemas como atividade de desafio intelectual, Costa e Moreira (2001), ressaltam que é “uma habilidade pela qual o indivíduo externaliza o processo construtivo de aprender, de converter em ações, conceitos, proposições e exemplos adquiridos

(construídos) através da interação com professores, pares e materiais instrucionais” (p. 263). Recorrendo a perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa na forma como descrita por David Ausubel, a resolução de problemas estaria relacionada a atividades que provocam no sujeito uma reorganização e readaptação de sua estrutura cognitiva prévia para que se possa atingir um determinado objetivo. Costa e Moreira (2001), complementam essa ideia mencionando que a resolução de um problema quando permite a reorganização do conhecimento estará promovendo uma aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos.

Bolton e Ross (1997), destacam que a resolução de problemas é uma habilidade complexa, formada por várias etapas. Muitos dos problemas são baseados em situações reais que serão familiares aos alunos, permitindo-lhes verificar que seus modelos e soluções são fisicamente razoáveis, mas alguns são mais complexos e exigem que o aluno faça uso da imaginação e vá além do que é dado no problema. Neste último caso, será necessário a ajuda do professor para que o aluno possa desenvolvê-lo, e cabe a ele decidir em que momento a sua intervenção é necessária e como ela deverá ser realizada. Ao destacar a importância do papel do professor, os autores enfatizam que deixar o aluno sem ajuda frente a uma situação em que não está conseguindo desenvolver pode levá-lo a desmotivação e destruir a sua confiança, mas também, ajudá-lo demais não permitirá que ele desenvolva a sua capacidade e o prazer em obter o sucesso na resolução de um problema.

Echeverría e Pozo (1998), destacam que quando um aluno ou qualquer pessoa tem a tarefa de resolver um problema, precisará buscar várias habilidades que o permita atingir o objetivo. Os autores salientam que há inúmeras diferenças entre os tipos de problemas e os procedimentos empregados, relacionados a área do conhecimento à qual pertencem, do conteúdo, do tipo de operações e dos processos necessários para resolvê-los. Um exemplo disso pode ser ilustrado pelos autores ao mencionarem que, embora alguns métodos mais gerais utilizados pela Matemática possam ser empregados na resolução de problemas em Ciências da Natureza, as estratégias são muito diferentes, pois esta última envolve também processos qualitativos, os quais trazem à tona os conceitos científicos necessários a compreensão do problema. Desta forma, eles enfatizam que nesse caso os alunos precisam desenvolver habilidades e estratégias, as quais algumas sejam específicas das Ciências Naturais e outras mais gerais ou comuns a outras áreas para que a resolução de um problema seja significativa.

Cabe salientar que são várias as abordagens associadas a resolução de problemas em Ciências e em Física, e embora os mais utilizados sejam os vinculados a aplicação de algoritmos matemáticos, como os de “lápiz e papel” esses não são os únicos. Todavia, os denominados de “lápiz e papel” são os que estão largamente presentes nos livros didáticos e no sistema

avaliativo, e envolvem a realização de uma determinada sequência de passos que pode estar orientada a favorecer um conjunto de fatores que resultam em ganhos cognitivos, como destacado por Hinojosa e Sanmartí (2016, p. 8, tradução nossa):

Se concebe normalmente como uma atividade capaz de gerar um mecanismo por meio do qual o aprendiz combina informações teóricas (conceitos, leis, princípios), procedimentos (por exemplo, cálculo aritmético e algébrico, controle de variáveis, elaboração de hipóteses, interpretação de gráficos, etc) e, finalmente, atitude favorável frente a tarefa e/ou frente a disciplina em questão. Isto é, implica a convergência das três dimensões básicas do conhecimento e sua ativação.

Outro ponto importante a ser destacado, são os estudos realizados com o objetivo de identificar as características dos estudantes que são bons revolvedores de problemas e os que possuem dificuldades. Nesse sentido, os estudos que envolvem a metacognição, os quais são de nosso interesse, têm apontado que há situações em que é possível distinguir o comportamento de um aluno que recorre ao pensamento metacognitivo, de outros que não evocam essa forma de pensamento. Tais ações revelam características que se familiarizam com estudos que mostram a diferença entre os que apresentam facilidade na aprendizagem em Física (*experts*) daqueles que apresentam dificuldade (novatos) nesse componente curricular (CHI; GLASER; REES, 1982; TAASOBSHIRAZI; FARLEY, 2013; RYAN et al., 2016). Os estudos também revelam que é possível identificar diferenças no uso de estratégias para a resolução de problemas entre esses dois grupos. A esse respeito, Chin, Glaser e Rees (1982) identificaram que os novatos tendem a usar a estratégia para resolver o problema apresentado, do fim para o começo, iniciando com uma equação que contém a incógnita ou trabalhando somente a partir delas, de modo a desconsiderar a situação-problema apresentada. Ou seja, a resolução é orientada pelos dados, incógnitas e equações. Todavia, os autores mostram que os *experts*, tendem a usar uma estratégia de resolução mais avançada, começando com quantidades desconhecidas que podem ser calculadas diretamente e constroem um conjunto de equações que levam ao objetivo do problema.

Ryan et al. (2016) apoiando-se em estudos na área, ressaltam que há duas grandes diferenças entre *experts* e novatos na resolução de problemas em Física: “sua organização do conhecimento e seu processo de tomada de decisão de resolução de problemas” (p. 010105-2, tradução nossa). Seguem os autores relatando que

os experts organizam seus conhecimentos em pedaços interligados, agrupados hierarquicamente em torno de um pequeno número de princípios fundamentais [...] e organizaram processos de tomada de decisão que os ajudam a escolher os princípios relevantes para resolver um problema [...]. Em contrapartida, os novatos conhecem melhor os conhecimentos relacionados, e seus processos de tomada de decisão geralmente estão restritos ao contexto. Em termos gerais, um novato acredita que cada problema tem uma receita específica de ações para solucioná-lo enquanto um especialista possui um processo de tomada de decisão geral cujo resultado é um conjunto de ações que levam a uma solução.

Essa aproximação dos autores com o pensamento metacognitivo tem encontrado eco em diferentes estudos que, cada um estruturado de forma distinta, buscam favorecer a evocação do pensamento metacognitivo como alternativa para qualificar esse processo. A partir dessa identificação, passamos a relatar estudos envolvendo resolução de problemas que identificamos nas bases de dados investigadas e que estão vinculadas as estratégias metacognitivas.

3.2.1 Estudos relacionados a resolução de problemas orientado pela metacognição

Dentre as pesquisas que buscam alternativas para associar a resolução de problemas a metacognição, temos o estudo de Abdullah (2009) que buscou investigar os padrões de solução de problemas de Física entre os alunos do *Key Stage 4*, que corresponde ao ensino médio, de escolas estaduais de Cambridge e a sua relação com a metacognição. O estudo foi realizado em etapas: na primeira etapa, 148 alunos de cinco escolas receberam um teste com problemas de Física (PhyPT) consistindo em 6 ou 8 problemas, seguido por duas perguntas para medir o nível de dificuldade de cada problema; na segunda etapa, foram selecionados 26 estudantes, em diferentes fases da pesquisa, para uma amostra teórica; na terceira e última etapa, uma pequena amostra passou por uma sessão de solução individual de problemas usando pensamento em voz alta e observação, seguido de entrevistas semiestruturadas. A análise e o cruzamento dos dados coletados em cada etapa permitiram a criação de um padrão geral e uma teoria substantiva sobre o aspecto metacognitivo da resolução de problemas de Física.

Os resultados do estudo revelaram que o caminho, a ser seguido para a melhoria da resolução de problemas e habilidades entre os alunos é entender como os alunos resolvem problemas, investigar os pontos fortes e fracos, e então sugerir instruções que sejam adequadas para o estudante. A autora destaca que cada aluno deveria ser atendido de forma individual, no entanto, na prática isso não é possível, por isso a importância de se ter um padrão que possa representar a maioria dos alunos. Nesse sentido, em seu estudo foram identificados três padrões que podem guiar o trabalho do professor:

- Padrão 1 – alunos que possuem dificuldades: eles devem ser lembrados de passar mais tempo na leitura, compreensão e análise do problema e conceitos de Física envolvidos antes de entrarem no cálculo. Eles devem se familiarizar e se autoquestionar, para que se tornem mais reflexivos sobre seus processos de resolução de problemas. Como a verificação é essencial, eles também devem tentar verificar um passo habitual na resolução de problemas, seja no meio ou no final.
- Padrão 2 - alunos que conseguem resolver, fazem avaliações durante o processo, mas não verificam o resultado final - deve-se ressaltar a importância da verificação no final para garantir que todas as partes do problema foram resolvidas. Eles devem ser lembrados de verificar no final se todas as partes foram resolvidas e tentar avaliar se o resultado encontrado está correto.
- Padrão 3 – alunos que conseguem resolver e avaliam apenas o resultado final - deve-se mostrar que se não realizam a verificação constantemente durante o cálculo como aqueles no Padrão 2, eles devem tentar usar um método diferente para verificar a solução de problemas. Isso ocorre porque verificar apenas uma vez no final não é suficiente para detectar erros quando se está apenas repetindo o mesmo processo mentalmente.

Em outro estudo, Taasoobshirazi e Farley (2013) aplicaram um modelo teórico de resolução de problemas de Física, com alunos de graduação em Ciências, Física e Engenharia matriculados em um curso introdutório de Física. Este modelo buscou relacionar variáveis utilizadas pelos *experts* em Física, incluindo motivação, planejamento metacognitivo, uso de estratégia, habilidades de categorização e diagramas de corpo livre. Participaram da pesquisa 125 estudantes da Geórgia e Nevada, nos Estados Unidos, de forma voluntária durante um semestre. Foi solicitado aos estudantes, que de forma individual, respondessem um conjunto de atividades que incluía, em ordem: um questionário de motivação, questões avaliando o planejamento metacognitivo, cinco problemas de Física projetados para avaliar o uso da estratégia, diagramas de corpo livre e pontuações da solução de problemas e quatro tarefas de categorização para avaliar se os alunos estavam se concentrando nas características conceituais dos problemas de Física. Os resultados indicaram que o modelo efetivamente explicou a relação entre as variáveis. Por exemplo, os autores observaram que a motivação teve uma influência significativa sobre o uso da estratégia dos alunos, habilidades de categorização e planejamento metacognitivo. Eles também observaram a importância de ajudar os alunos a fazer uma conexão entre os conceitos já aprendidos e os novos conceitos, no sentido de melhorar o conhecimento

conceitual, a realizar um planejamento metacognitivo para ser usado durante a realização do problema, a utilizar as representações gráficas mais elaboradas e complexas, e mostrar as diferenças entre estratégias e as formas de relacioná-las na hora de resolver os problemas.

Ryan et al. (2016), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar se a utilização de “*coaches* de informática” projetados para enfatizar os aspectos metacognitivos da resolução de problemas para alunos, poderia contribuir na melhoria da compreensão de alunos que apresentavam dificuldades, os considerados novatos. Os *coaches* de informática tratavam-se de um conjunto de instruções estratégicas que envolviam a tomada de várias decisões pelo aluno ao resolver um problema, como uma espécie de tutor. Esses *coaches* foram construídos de modo a contemplar o conhecimento da aprendizagem dos alunos, do comportamento especializado e da pedagogia efetiva. Assim, foram construídos três modelos para a resolução de problemas de modo que: no primeiro, ao resolver o problema o aluno poderia seguir um modelo de passos orientados pelo computador; no segundo modelo, de modo inverso, o aluno poderia escolher as decisões a serem feitas pelo computador, e no terceiro modelo o aluno, poderia resolver o problema de forma independente e obter o *feedback* do computador. Esses três modelos formaram um conjunto de 35 problemas que foram aplicados a duas turmas, em momentos diferentes, que estavam ingressando no primeiro semestre de um curso introdutório de Física para Ciências Físicas e Engenharia, na Universidade de Minnesota.

Os resultados indicaram que os alunos consideraram não só útil os *coaches* de informática para a resolução de problemas, como também, melhoraram os seus conhecimentos conceituais de Física e sua confiança na resolução de problemas. Os autores conseguiram identificar que os alunos que apresentavam mais dificuldades parecem ter sido mais beneficiados pelo o ambiente, e também, foram os alunos que mais utilizaram essa ferramenta. Por fim, eles destacam que os *coaches* de computadores ao valorizar os aspectos metacognitivos para a resolução de problemas pode auxiliar os alunos, especialmente os que possuem dificuldades, a construir uma estratégia de resolução.

Ghiggi (2017), por sua vez, realizou um curso de extensão universitária intitulado “Metacognição: um apoio à resolução de problemas em Física” ofertado em horário extraclasse, para alunos do curso de Licenciatura em Física, em uma universidade brasileira. Para este estudo, a pesquisadora estruturou de forma distinta quatro propostas didáticas de resolução de problemas orientadas pela metacognição, a saber:

- *Prompts* orientativos: Nesta proposta, os *prompts* são protocolos de perguntas que os alunos precisam responder enquanto resolvem os problemas de Física. Essas perguntas têm por objetivo orientar e ajudar os alunos a identificar os seus

conhecimentos, a tarefa que precisam realizar, a estratégia adotada, o planejamento, a execução e pôr fim a avaliação. Os *prompts* propostos podem ser mais gerais ou específicos a um certo tipo de problema e, devem com a frequência de uso, levar os alunos a utilizar as estratégias de forma automática com o passar do tempo.

- Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema: Nesta outra proposta, a autora propõe para situações de resolução de problema do tipo lápis e papel, a reelaboração do enunciado, de modo a adaptá-lo a uma situação conhecida pelo aluno, e, também o uso de uma representação de tal situação por meio de um desenho. Somente após a realização dessas etapas é que o aluno deverá aplicar o modelo matemático para resolução do problema. O objetivo é fazer com que o aluno tome consciência dos seus conhecimentos prévios e dos conhecimentos que precisa para resolver a situação, através da tomada de consciência e o controle de suas ações.
- Explicação da situação-problema a um colega: A proposta busca promover o diálogo e a interação entre estudantes que possuem facilidade na aprendizagem, os chamados *experts*, com estudantes que possuem dificuldades, denominados novatos. Através desse contato, o estudante *expert*, ao apresentar os seus conhecimentos e as suas estratégias para a resolução do problema, pode fazer com que o estudante novato passe a adotar essa forma de resolução metacognitiva e reorganize a sua própria forma de pensar.
- Resolução de problemas com elaboração de previsões: Na última proposta, a autora propõe que o aluno, a partir da leitura do enunciado possa fazer uma previsão sobre o resultado que obterá na resolução do problema proposto. O aluno deve descrever a resposta utilizando argumentos, os quais deverão ser monitorados, avaliados e confrontados após a resolução do problema. Nesse processo, se o aluno identificar que houveram discordâncias com a hipótese levantada, precisará avaliar se isso se deu em função de um erro na formulação da hipótese ou na resolução do problema.

Os resultados obtidos por Ghiggi (2017) permitiram inferir que as quatro propostas didáticas estruturadas se mostraram viáveis de ser trabalhadas. Além disso, ela enfatiza 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.

Amin, Abdullah e Malago (2018), realizaram um estudo a respeito da utilização de uma estratégia para a resolução de problemas de Física mais complexos em comparação a outra, e as contribuições de tal estratégia para a melhoria na compreensão metacognitiva de estudantes

de cursos de Física. Tal estratégia trata-se da “estratégia de conhecimento de esboço” (SKS) em confronto com a “estratégia variável” (TVS). Essa última, consiste na realização de um esboço no qual devem ser seguidas três etapas: na primeira, é necessário identificar as variáveis do problema; na segunda, deve-se realizar a representação gráfica da situação e definir a equação matemática; e, na terceira e última etapa, apresentar a solução do problema. A estratégia SKS, por sua vez, também consiste na realização de três etapas, que correspondem a: (1) fazer; (2) formulação e (3) execução. Na primeira etapa, é necessário realizar a apresentação gráfica para visualizar a situação apresentada no problema, juntamente com a descrição das variáveis conhecidas e desconhecidas. Na segunda etapa, é necessário formular o processo de pensamento que utiliza princípios, leis e equações matemáticas baseada no esboço realizado. Na última etapa, é executado o uso de princípios matemáticos para determinar o valor da variável levantado no problema.

As duas estratégias foram aplicadas a 33 estudantes de graduação de Física da Universidade Estadual de Makassar, Indonésia. Os estudantes foram agrupados em duas turmas, de modo que a turma A composta por 17 alunos utilizou a estratégia SKS, e a turma B com 16 alunos utilizou a estratégia TVS. A cada turma foram aplicadas três perguntas de níveis 1, 2 e 3 de conhecimento metacognitivo de modo que a complexidade aumentava do nível 1 para o 3, e a diferença entre estes níveis estava no número de equações necessárias para resolver o problema. Os autores concluíram com o estudo que a estratégia SKS se sobressaiu frente a TVS, pois identificaram que ao fazer o esboço e relacionar com variáveis, conceitos e princípios da Física, isso acabou por aumentar a capacidade dos alunos de serem imaginativos e de identificar situações reais. Ressaltam ainda, que para a aprendizagem a estratégia SKS revela três benefícios importantes: (1) exercício de pensamento complexo; (2) permite a realização de conexões entre fatos, conceitos e princípios na mente dos alunos; e (3) permite o exercício do pensamento abstrato. Por fim, destacam que quanto mais difícil é o problema, maior deve ser o nível de conhecimento metacognitivo, por isso é de grande importância ensinar aos alunos estratégias que possam favorecer o seu conhecimento metacognitivo.

Vieira (2018), em sua dissertação, realizou uma intervenção didática cujo objetivo estava em analisar se as atividades pautadas nos princípios da metacognição, especificamente resolução de problemas e tomada de decisão são mais eficazes no processo de ensino aprendizagem, em relação a outras atividades que não utilizam esse tipo de abordagem. As intervenções ocorreram durante 12 semanas, com alunos dos cursos de licenciatura em Física e Química que foram subdivididos em dois grupos: Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC), totalizando 66 alunos. O GE realizou tarefas que priorizavam raciocínio e tomada de

decisão e o GC realizou tarefas sem essa abordagem. Os resultados indicaram que as diferenças encontradas entre os grupos sinalizam que atividades pautadas na metacognição, como um processo, propondo mecanismos e estratégias às necessidades do estudante, ajuda a ultrapassar obstáculos nas aprendizagens.

O exposto no relato dos estudos envolvendo o uso do pensamento e das estratégias metacognitivas vinculada à resolução de problemas em Física, emana a questão de como trazer essa associação para o contexto escolar: como e quais as possibilidades de contemplar essa forma de pensamento nas aulas de Física? Na busca por responder a esse questionamento, nos aventuramos na aplicação na forma de ensaio o proposto por Ghiggi (2017) conforme relatado a seguir.

3.2.2 Relato de aplicação do ensaio associado a Resolução de Problemas

Imbuídos do desejo de verificar como as estratégias metacognitivas em resolução de problemas se inserem no contexto da sala de aula, esta subseção trata de um estudo na forma de ensaio envolvendo a resolução de problemas realizado com turmas do segundo ano do ensino médio, da escola pública caracterizada inicialmente. Este estudo ocorreu no decurso das aulas da professora que é a própria pesquisadora e permitiu uma análise quanto a sua viabilidade, aceitação dos alunos e a forma de inserção das estratégias metacognitivas no contexto da resolução de problemas de Física.

O estudo foi desenvolvido durante ao ano de 2019, com três turmas de segundo ano, identificadas pelos números: 201, 202 e 203. Essas turmas estavam integralizadas por 25, 24 e 24 alunos, respectivamente. Nelas foram ministrados conteúdos referente a tópicos de “Hidrostatica”, conforme o cronograma das atividades letivas para o componente curricular Física, sendo utilizado pela professora, exemplos de resolução de problemas a partir de estratégias metacognitivas. Tais estratégias foram selecionadas a partir dos estudos relatados anteriormente e que nesse caso envolveram duas propostas apontados no estudo de Ghiggi (2017). O primeiro modelo envolvia a reelaboração do enunciado do problema proposto, de modo a adaptá-lo a uma situação familiar ao aluno, e, posteriormente, realização de representações dessa situação-problema por meio de um desenho. Somente após a realização desses passos é que o aluno deveria buscar a solução do problema em termos matemáticos e confrontar a resposta encontrada com suas representações e a coerência desses resultados. O segundo modelo envolvia a interação entre os alunos para que pudessem dialogar sobre seus

conhecimentos e suas estratégias na resolução dos problemas. A ideia aqui é que o aluno com maior expertise auxilie o com maior dificuldade.

Na operacionalização do estudo, tomamos a opção de mesclar os dois modelos mencionados de modo que os estudantes deveriam resolver os problemas propostos em dupla, compartilhando seus conhecimentos e ao mesmo tempo, recorrendo a reelaboração dos enunciados como especificado por Ghiggi (2017). Todavia, antes de resolverem, exemplificamos como fazer isso, por meio da resolução de três problemas utilizando a lousa para isso – uma aproximação com o mencionado por Monereo et al. (2011) em termos do papel do professor que deseja ser estratégico didaticamente.

Após a explanação do professor foi entregue aos estudantes uma lista com quatro problemas solicitando que resolvessem em duplas. No topo da folha havia o comando do procedimento para realizar a atividade, como ilustrado no Quadro 7:

Quadro 7 - Instruções para a resolução dos problemas.

Para cada problema apresentado a seguir realize os seguintes passos:

- 1° - Leia o enunciado da questão com atenção e identifique os dados.
- 2° - Reelabore a questão apresentando uma situação real que esses dados podem representar.
- 3° - Desenhe a situação e identifique os dados com as respectivas unidades de medidas.
- 4° - Aplicando os modelos matemáticos adequados resolva o problema.

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Para a realização dos problemas os alunos foram organizados em duplas e orientados a resolver os problemas propostos segundo os passos descritos no Quadro 7. Os estudantes podiam utilizar o livro didático, o caderno, a calculadora ou mesmo realizar pesquisa na internet com a ajuda do celular. O tempo de duração dessa atividade foi de quatro períodos de 45 minutos, divididos em dois momentos, uma vez que cada turma tem dois períodos semanais de Física na escola onde foram realizados os estudos ensaios.

Os problemas abordados nesta atividade foram selecionados de livros didáticos e de exames de vestibulares, de modo a conterem dados que pudessem ter aproximações com situações reais, permitindo a utilização das estratégias metacognitivas mencionadas anteriormente. Em alguns desses problemas houve a necessidade de adaptações, como a retirada de elementos que traziam uma contextualização, a modificação de alguns dados e unidades. Também cabe salientar que os problemas escolhidos estavam próximos aos que foram abordados nos exemplos trabalhados anterior à atividade.

A turma 202 foi a primeira a realizar a atividade. Nesta turma a maior dificuldade foi em termos da compreensão, por parte dos alunos, sobre o que deveria ser realizado,

especialmente, em termos da utilização do primeiro modelo no qual há necessidade de fazer uma associação com uma situação real. Também nesta aplicação verificamos a necessidade de modificar uma das questões apresentadas que não se mostrou adequada para a atividade.

A segunda aplicação ocorreu na turma 201, a qual foi possível apresentar a proposta de forma mais clara, facilitando o processo, embora também existiram dificuldades na associação com uma situação real, como proposto no primeiro modelo desenvolvido por Ghiggi (2017). Frente a persistência dessa dificuldade, modificamos novamente as questões apresentando na nova aplicação – terceira turma (203), apenas os dados do problema, sem seu enunciado. Frente a essa nova situação, identificamos que os alunos tiveram maior aceitação e envolvimento, apresentando menos dificuldades que as turmas anteriores.

O Quadro 8 ilustra uma das questões apresentadas as duas primeiras turmas participantes deste ensaio (201 e 202). E o Quadro 9 ilustra os dados relativos a mesma questão e que foram apresentados a terceira turma (203).

Quadro 8 - Questão 1 da atividade realizada pelas turmas 201 e 202.

1 – Um corpo tem a forma de um paralelepípedo retângulo. Suas dimensões são 5 cm x 0,1 m x 2 dm e seu peso é 80 N. Com essas informações, determine a pressão exercida por ele sobre um plano de apoio quando está apoiado sobre a:
a) Maior área b) Menor área

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Quadro 9 - Questão 1 da atividade realizada pela turma 203.

1 – Dados:
1 paralelepípedo de dimensões: 5 cm x 0,1 m x 2 dm
Massa desse paralelepípedo: 800 g
Aceleração gravitacional: $g = 10 \text{ m/s}^2$
Objetivo: Determinar a pressão para a maior área e para a menor área.

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Durante a realização da atividade, os alunos foram observados e as impressões percebidas pela pesquisadora foram anotadas em um diário de bordo. Além disso, o material produzido pelos alunos foi recolhido para análise. Nesta análise e frente as resoluções dos problemas apresentado pelos alunos, procedemos a classificação em dois grupos: o primeiro grupo, identificado por “GA”, localizamos as resoluções mais completas, em que a dupla conseguiu compreender e desenvolver o que foi solicitado; e, o segundo grupo, denominado por “GB”, identificamos as resoluções apresentadas pelas duplas que não obtiveram uma compreensão adequada ou que não conseguiram desenvolver o que foi proposto.

Numa análise mais geral desse material produzido pelos alunos das três turmas, identificamos que uma parte significativa dos alunos apresentou dificuldades em visualizar o

fenômeno abordado na questão (problema) em um contexto real. Nas observações realizadas e registradas no diário de bordo, é possível perceber essa dificuldade, pois houveram muitos questionamentos dos alunos, discussões nas duplas e entre outras duplas. No material também é possível identificar que houveram duplas que não conseguiram resolver os quatro problemas por falta de tempo ou porque não estavam presentes no início ou no final da atividade. Ainda, no material produzido pelos alunos identificamos que nem todos conseguiram realizar construções conceituais adequadas, apresentando lacunas em aspectos como a abstração dos conceitos, identificação de variáveis e unidades nos enunciados.

Para ilustrar esses resultados encontrados nos materiais, apresentamos a seguir imagens das resoluções propostas pelos alunos. Para distinguir o realizado pelas duplas do GA em relação aos do GB, selecionamos imagens das resoluções apresentadas por alguns deles. Estes foram identificados nas imagens, pelas letras “GA” ou “GB” seguida de um número. Ressaltamos que por limitações textuais, optamos por não apresentar todas as resoluções propostas pelos alunos, tendo sido selecionadas àquelas que julgamos mais significativas para o estudo.

As Figuras 1 e 2 mostram as resoluções apresentadas, respectivamente, pelas duplas GA1 e GA2 para o primeiro problema apresentado.

Figura 1 - Resolução da dupla GA1 para a questão 1

1. Um bloco de tijolo está apoiado sobre o chão. Ele possui medidas 5cm x 10cm x 20cm e sua massa é de 800g. Determine a pressão sobre a maior área e sobre a menor área, onde o bloco se encontra.

$P = 0,8 \cdot 10$ $5\text{cm} \div 100 = 0,05\text{m}$
 $P = 8,0\text{N}$ $10\text{cm} \div 100 = 0,1\text{m}$
 $20\text{cm} \div 100 = 0,2\text{m}$

$A = 0,05\text{m} \cdot 0,1\text{m}$
 $A = 0,005\text{m}^2 \rightarrow$ Menor Área $P = \frac{8,0\text{N}}{0,005\text{m}^2} = P = 1.600\text{N/m}^2$

$A = 0,2\text{m} \cdot 0,1\text{m}$
 $A = 0,02\text{m}^2 \rightarrow$ Maior Área $P = \frac{8,0\text{N}}{0,02\text{m}^2} = P = 400\text{N/m}^2$

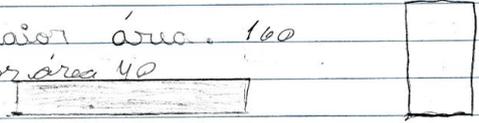
Fonte: Dados do estudo, 2019.

Figura 2 - Resolução da dupla GA2 para a questão 1

1- Utilizando um livro cujas dimensões são 5 cm X 10 cm X 20 cm e seu peso é de 800 g. Determine a pressão exercida por ele sobre um plano de apoio quando está apoiado sobre a:

a) A maior área. 160

b) Menor área 40



$$P = F \div A \quad \frac{8}{0,2} = 40$$

$$P = \frac{F}{A} \quad \frac{8}{0,1} = 80$$

$$P = \frac{F}{A} \quad \frac{8}{0,5} = 160$$

Fonte: Dados de estudo, 2019.

É possível observar que a dupla GA1 apresenta uma compreensão do fenômeno, conhecimento dos conceitos físicos envolvidos no problema e o cuidado em relação as unidades de medidas. A dupla GA2 também conseguiu apresentar uma compreensão do fenômeno e identificar as variáveis, no entanto, não percebeu erros físicos conceituais como a utilização do termo “*peso*” para representar massa, a falta das unidades e algumas conversões necessárias. Mas de modo geral, as duas duplas conseguiram apresentar um desenvolvimento correto da estratégia utilizada.

As Figura 3 e 4 apresentam imagens da resolução, respectivamente, referentes as questões 2 e 3 para as duplas GB1 e GB2 – alunos que apresentaram dificuldades.

Figura 3 - Resolução da dupla GB1 para a questão 2

3- Qual deverá ser a altura de uma coluna d'água para exercer uma pressão hidrostática de $P = 9000 \text{ Pa}$? Considere $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$$P = \rho \cdot h \cdot g$$

$$F = 9000 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 90000 \text{ N}$$

$$\text{ou } 9 \times 10^5$$

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Figura 4 - Resolução da dupla GB2 para a questão 3

Handwritten student work for a physics problem. The work is contained within a rectangular border. On the left side, there are several lines of calculations:

- $4 - P = 65 \text{ kg}$
- $m = 200 \text{ g}$
- $A = 4 \text{ cm}^2 = 12 \text{ cm}^2$
- $F = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ Pa}$
- $F = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ Pa}$

On the right side, there is a handwritten note: "uma mesa de 3 pernas de massa 200g." Below this note is a simple hand-drawn diagram of a rectangular block sitting on a stand with three vertical legs. The number "65" is written inside the top part of the block.

Fonte: Dados do estudo, 2019.

O apresentado pela dupla GB1 revela que eles tiveram dificuldades para compreender quais os conceitos físicos abordados na questão e também não conseguiu identificar os dados, isso é percebido pelo fato da questão abordar pressão nos líquidos e os alunos analisarem como se fosse a pressão exercida por um corpo sólido. A dupla não conseguiu reelaborar o problema, fazer uma representação e associar a uma situação cotidiana. A dupla GB2 identificou os dados, mas também não compreendeu os conceitos físicos envolvidos, não conseguindo associar a uma situação real e reelaborar o problema. Essas duplas também não buscaram avaliar se os passos solicitados estavam sendo atendidos na resolução do problema e, no caso da dupla B1 também não fez a avaliação da coerência do resultado obtido.

No realizado pelos alunos e frente a observação em sala de aula foi possível identificar que houve resistência de alguns frente ao comando de reelaborar o problema ou mesmo na situação de desenhá-lo. Tal resistência pode ser alocada a um grupo de alunos que apresentam familiaridade e certa facilidade em resolver problemas de Física os que poderiam ser associados a expertise mencionado anteriormente. Para esses alunos certamente há em sua estrutura cognitiva um modelo de resolução de problemas que tem dado conta da demanda e que sua alteração nesse momento não lhes parece favorável. Esse resultado vem ao encontro do apontado no estudo de Yerushalmi e Magen (2006), que mostram que os alunos não abandonam o método que já utilizam e que lhe permite resolver o problema. Os alunos com dificuldades não possuem um método e os resultados sinalizam a necessidade de ajudar de forma mais efetiva nessa estruturação.

O apresentado possibilita analisar os dois modelos selecionados como estratégias metacognitivas de resolução de problemas e refletir sobre a sua viabilidade e quais possibilidades de alterações nestas atividades para o estudo definitivo a ser desenvolvido.

Nesse sentido e considerando que foi um primeiro ensaio e restrito em termos de possibilidades didáticas, julgamos que para uma nova aplicação haverá necessidade de:

- Considerar um tempo maior que quatro períodos, pois há o tempo de adaptação para o novo modelo proposto;
- Variar os modelos de resolução de problemas orientados pela metacognição, como forma de buscar alternativas para contemplar o desenvolvimento do pensamento metacognitivo nos alunos;
- Promover mais momentos de diálogo e interação entre alunos tidos como *experts* e novatos, para que possam compartilhar as suas próprias estratégias de resolução de problema. Ou, alternativamente, buscar trabalhar de forma diferenciada entre os dois grupos, direcionando as estratégias metacognitivas aqueles que tem mais dificuldade.

3.3 Atividades Experimentais em Física

A realização de atividades experimentais é algo intrínseco ao ensino de Ciências e, em particular, de Física. O caráter experimental da ciência leva a que seu ensino considere tal ferramenta como parte do processo de construção do conhecimento. Segundo Amaral (1997), a experimentação, independente do papel e do significado que lhe é conferido em relação ao ensino, sofre a influência de um contexto que é epistemológico-pedagógico, formando um triângulo envolvendo conhecimentos consagrados no meio científico com o ensino desses conhecimentos no contexto escolar, cuidadosamente articulados. O autor justifica esse contexto mencionando:

O caráter epistemológico desse triângulo deve-se ao fato de envolver concepções de realidade, de conhecimento, de conhecimento científico, de relações entre diferentes formas de conhecimento, de método científico, consubstanciando, enfim, uma concepção de ciência. O caráter pedagógico advém do fato de envolver concepções de aprendizagem, de posicionamento dos conhecimentos prévios dos alunos perante o conhecimento científico, de atividades e de técnicas de ensino, de relações entre conteúdo e método, consubstanciando, enfim, uma concepção de currículo em seu senso mais amplo (AMARAL, 1997, p. 10).

Ainda, compondo esse triângulo estão as dimensões sociológicas e ideológicas, que acabam influenciando o caráter epistemológico e o pedagógico de qualquer situação de ensino, repercutindo, na forma como a experimentação é abordada didaticamente. Amaral (1997), destaca também que a experimentação não pode ser a principal ferramenta metodológica de

ensino, mas uma delas e que junto de outras possa contribuir para o desenvolvimento do pensamento científico e se tornar uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal.

Dentre as possibilidades e contribuições as quais as atividades experimentais podem proporcionar, Garrido e Carvalho (1999), avaliam o uso desse tipo de atividade em sala de aula destacando ser uma forma de levar o aluno a participar de seu processo e aprendizagem, de sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo. Borges (2002), por sua vez, ressalta a importância desse tipo de atividade e menciona acreditar que a riqueza das atividades experimentais está em proporcionar aos alunos o manuseio de coisas e objetos num exercício de simbolização ou representação, para se atingir a conexão dos símbolos.

A ideia defendida pelos autores é salientada nas orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs):

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência, para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. [...]. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola. [...]. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais (BRASIL, 1999, p. 84).

Segundo Araújo e Abib (2003), o papel das atividades experimentais vem sendo discutida na literatura nacional de diferentes maneiras e, uma grande variedade de possibilidades e tendências tem sido utilizado nessa estratégia de ensino de Física. Segundo os autores, essas atividades podem abordar desde “situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados” (p. 177). Ainda ressaltam que a utilização adequada de diferentes metodologias experimentais baseadas em demonstrações, verificação ou investigação podem propiciar o aprendizado de diversos conceitos, e também favorecer aos estudantes o desenvolvimento de sua capacidade de elaborar novos conhecimentos, conceitos e significados, ou seja, realizar uma reestruturação conceitual.

Dentre as possibilidades de abordagem das atividades experimentais no ensino de Física, e também de foco de interesse desse estudo, estão as estratégias que tem recorrido a metacognição. A respeito disso, Rosa e Pinho-Alves (2013) destacam que nas atividades experimentais, por seu caráter mais livre e dinâmico o conhecimento metacognitivo pode ser

facilmente observado nos alunos. Então, a metacognição pode atuar como um mecanismo potencializador da aprendizagem em Física, levando os estudantes a “aprender como aprender” e, desta forma, desenvolver capacidades que possam ajudá-los em uma situação de aprendizagem.

3.3.1 Estudos relacionados as atividades experimentais orientada pela metacognição

Dentre as pesquisas que buscam alternativas para associar as atividades experimentais a metacognição, temos a de Rosa (2011) que buscou analisar como momentos explícitos da evocação do pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais poderiam contribuir para a aprendizagem em Física. Para a realização do estudo, a autora elaborou um modelo de atividades experimentais na orientação metacognitiva denominado “Atividades Experimentais Metacognitivas” (AEMc). Este modelo foi elaborado a partir de uma sondagem realizada com duas turmas de primeiro ano do ensino médio, onde foram observadas atividades desenvolvidas no laboratório didático cuja aproximação estava com um modelo tradicional⁷. O modelo desenvolvido foi estruturado em três etapas, conforme apresentado a seguir:

- **Etapa pré-experimental:** É o momento inicial da atividade, em que é promovido discussões a respeito dos conhecimentos envolvidos no estudo. Ela envolve uma pré-teoria de forma contextualizada, cujo objetivo é instigar o aluno a buscar seus conhecimentos a respeito do assunto. A realização dessa etapa pode ocorrer de diferentes maneiras, como formulação de perguntas sobre o conteúdo, exposição de situações problema ou situações-ilustrativas e retomada histórica. Ainda, nesta etapa torna-se importante a formulação de hipóteses as quais contribuirão para guiar o aluno na realização da atividade e para a mobilização dos seus conhecimentos em confronto com as suas observações e a teoria. Em termos metacognitivos, nesta etapa deve-se explicitar os elementos metacognitivos *Pessoa, Tarefa, Estratégia e Planificação*, pois esses elementos podem levar os alunos a evocarem o seu pensamento metacognitivo e, por conseguinte, a identificação de seus conhecimentos e as experiências anteriores relacionados aos conteúdos específicos.

⁷ Por modelo tradicional a autora identifica como aquele voltado a responder um objetivo previsto pelo professor, com pouco grau de liberdade dos alunos, com procedimentos do tipo “cook-book” e com resultados que devem ser confrontados com a teoria (ROSA, 2011).

- **Etapa Experimental:** É a etapa na qual é realizada a atividade experimental e vinculado ao elemento metacognitivo *Monitoramento*. O aluno deve fazer o que planejou, testar as suas hipóteses, identificar de forma clara o objetivo a ser alcançado e manusear o equipamento. Como as atividades ocorrem normalmente em grupo, também é o momento em que ocorre a interação entre os alunos, com o equipamento e com o professor e onde os conhecimentos são confrontados. Nesse momento o elemento metacognitivo referente a monitoração deve ser acionado para que o estudante possa identificar se o caminho traçado no desenvolvimento da atividade está correto e levará ao objetivo pretendido.
- **Etapa pós-experimental:** Corresponde ao fechamento da atividade experimental, representando a conclusão. Os resultados obtidos na atividade passam a ser discutidos e interpretados, de modo a se fazer uma retomada do processo e a identificação de possíveis falhas que podem ter acontecido. Nesta etapa o elemento metacognitivo acionado será o denominado *Avaliação*, que em termos metacognitivos significa revisar as ações executadas a fim de construir o novo, numa reflexão consciente e com propósitos claros de compreensão do conhecimento e de verificação da ação.

No estudo de Rosa (2011) e em uma etapa posterior, mas ainda em fase de teste, o modelo AEMc desenvolvido foi aplicado com as mesmas turmas em que foi realizada a observação. Esta aplicação revelou a necessidade de alguns ajustes que foram realizados para uma aplicação definitiva do modelo. Na etapa do estudo empírico, após o piloto, a autora estruturou o modelo a quatro situações envolvendo o estudo de mecânica com doze alunos de outra escola. A metacognição foi considerada como o aspecto central da proposta e sua ativação foi auxiliada pelo uso de questionamentos metacognitivos que os alunos deveriam ler e debater em sus grupos de trabalho.

As atividades desse estudo foram em uma escola distinta da etapa piloto e em um período extracurricular, de modo que os alunos participaram de forma voluntária. Os resultados do estudo indicaram que o modelo AEMc desenvolvido se mostrou pertinente a possibilidade de que os estudantes evoquem o pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais, e deste modo obtenham ganhos cognitivos significativos e duradouros, como foi assinalado pelos testes de conhecimento específico utilizados no estudo.

Algumas considerações apresentadas pela autora são de grande importância no sucesso do desenvolvimento do modelo, como por exemplo, o papel da motivação na evocação do

pensamento metacognitivo, corroborando a importância das experiências metacognitivas. Nesse sentido, ela chama a atenção que as atividades experimentais não são motivadoras para todos os alunos, todavia, é necessário que os alunos estejam motivados para realizar uma atividade especialmente se esta estiver associada a evocação do pensamento metacognitivo. Outro aspecto importante chamado a atenção no estudo, foi o tempo destinado as etapas anteriores e posteriores a realização do experimento e que devem ser maiores para que se possa de fato compreender a tarefa a ser realizada e, posteriormente, discutir os resultados encontrados. A autora destaca que nesse processo os alunos que se mostram mais imediatistas e que não fizeram o controle das suas ações, acabam por comprometer o potencial do modelo, tornando-se esse gerenciamento do tempo um grande desafio para o professor. Por fim, Rosa (2011, p. 251) infere que:

[...] a realização de atividades experimentais traz consigo questões que extrapolam a apropriação específica dos conhecimentos em Física, evidenciando-se como um importante veículo para desenvolver, entre outros atributos, atitudes, organização, trabalho cooperativo e postura crítica. Por certo, os estudantes que, semanalmente convivem com essas atividades têm em seu processo formativo um diferencial significativo em relação aos demais.

Kung e Linder (2014) em seu estudo buscaram identificar as declarações metacognitivas e o comportamento geral do grupo de alunos em três formatos diferentes de atividades experimentais: dois grupos utilizam o formato tradicional; dois grupos, o formato tradicional acrescido de questões para responder; e quatro grupos, um formato investigativo que imita a comunidade científica (os estudantes recebem uma questão para responder e, posteriormente, precisam defender seu método e resultados para os outros grupos). Para avaliar o comportamento dos grupos os autores avaliaram os dados em três categorias: *fuga do tema* (tópicos não relacionados às AE), *logística* (atividades procedimentais que não envolvem discussões, como leitura do manual, montagem de equipamentos, produção de dados, etc.) e *tomada de sentido* (exploração, planejamento e avaliação, incluindo as discussões sobre os mais variados aspectos).

Como resultados os autores inferiram que a quantidade de metacognição variou mais entre os grupos do mesmo formato do que entre formatos de AE. Estudantes de todos os tipos de formatos frequentemente fizeram uso de declarações metacognitivas. Isso significa que eles são capazes de reconhecer quando não compreendem algo. No entanto, a frequência parece não afetar o comportamento dos alunos. Os autores ressaltam que devido às limitações da pesquisa não podem concluir se os diferentes formatos de AE levaram a diferenças na quantidade de

comportamento de transição. Acreditam, no entanto, que os alunos engajados em atividades investigativas estavam cientes que não conseguiriam completar satisfatoriamente o exercício se não compreendessem o sentido das ações. Os autores concluem que ter mais metacognição não é crucial, o que parece importar é se a metacognição faz com que os estudantes mudem seu comportamento. Assim, as AE devem ser organizadas de modo que as transições para a produção de sentido sejam produtivas e necessárias, e para que os alunos reconheçam isso.

Çalışkan (2014), buscou identificar as percepções de professores de Ciências em formação inicial sobre o uso de Diagrama V⁸ e de portfólios eletrônicos no laboratório de Física. O estudo foi realizado com um total de 103 estudantes na disciplina de Laboratório de Física Geral, divididos em grupos. Os diagramas V foram construídos com uma organização pré-definida, apresentando desde a pergunta e conceitos até a aplicação de cada experimento. A elaboração dos portfólios eletrônicos contemplou todo o processo laboratorial: expectativas, percepções, sentimentos, reflexões, avaliação geral, contribuições e sugestões. Para a análise dos dados foram avaliados os diagramas V, os questionários abertos, as entrevistas semiestruturadas e o portfólio eletrônico. Além disso, foram selecionados 12 estudantes para participar de um grupo focal nas entrevistas, tendo como critérios de seleção o desempenho e a disponibilidade.

Os resultados indicaram um aumento nas habilidades de identificação da questão central; declaração do procedimento experimental; definição dos conceitos; geração e análise de dados; e, interpretação e contextualização dos resultados. Para os licenciandos, esses dois instrumentos contribuem para modelagem visual, entendimento conceitual, avaliação, pensamento reflexivo e criativo; as dificuldades enfrentadas podem ser provenientes a falta de experiência em usar o digrama V e o portfólio eletrônico. Segundo a autora, os instrumentos contribuíram positivamente nas questões relativas a assumir a responsabilidade e participar de sistemas de avaliação, que são elementos fundamentais para a aprendizagem metacognitiva. Os diagramas V são considerados ferramentas de natureza metacognitiva, uma vez que proporcionam uma reflexão sobre a ação no sentido de levar os sujeitos a retomar constantemente seus procedimentos, monitorando e avaliando suas ações frente ao objetivo apresentado inicialmente.

⁸ O diagrama V deriva da teoria educacional de Gowin (1981) e trata-se de um instrumento heurístico que permite a análise do processo de produção de conhecimento através das partes desse processo e a maneira como se relacionam. São usados para iniciar, conduzir e finalizar pesquisas científicas e avaliar documentos, programas ou trabalho. Tendo um formato em “V”, onde dispõe à esquerda elementos teóricos-conceituais e à direita elementos metodológicos.

Em outra perspectiva, mas associando a metacognição às atividades experimentais, temos o estudo de Hinojosa e Sanmartí (2016). Os autores realizaram um estudo com alunos do primeiro ano do ensino médio, em Barcelona, cujo objetivo estava em analisar a aplicação de um modelo de atividade experimental voltado à inferência de hipóteses, justificativas de previsões e argumentações para as conclusões, tipos de processo que podem ser de natureza metacognitiva. Para a realização dessa atividade os alunos foram organizados em grupos de quatro componentes, sendo entregue uma balança, um sarrafo e um roteiro. Nesse havia quatro tarefas que os alunos deveriam desenvolver: a primeira, associada a analisar e indicar todas as forças que atuavam no homem, na balança e no sarrafo; na segunda, determinar as equações matemáticas segundo as Leis de Newton; na terceira realizar as experiências mostradas nas imagens e anotar os resultados; e, por fim, na quarta tarefa os alunos deveriam analisar se os resultados encontrados eram os resultados previstos.

O estudo indicou que as estratégias utilizadas na atividade se mostraram produtivas, pois permitiram que os alunos reconhecessem o que não haviam compreendido e a necessidade de buscar repensar suas ideias iniciais de como explicar um fenômeno em confronto com o que observam com os da ciência. As autoras enfatizam a importância de combinar a experimentação com a construção de modelos teóricos superando a tradicional separação entre teoria e prática, ou consideração de experimentação como prova de teoria. Neste contexto, os processos metacognitivos podem ajudar os alunos a tomar consciência de seus conhecimentos e suas estruturas conceituais, melhorando tanto o seu envolvimento com a sua aprendizagem quanto com os resultados metodológicos e conceituais.

Os estudos descritos nesta subseção mostram diferentes possibilidades de utilizar a metacognição associada às atividades experimentais. Todavia, um deles se encontra mais próximo do proposto na nossa pesquisa, inclusive por se tratar da operacionalização do entendimento de metacognição adotado na tese, ou seja, selecionamos o modelo AEMc proposto por Rosa (2011) que traz em sua proposta os elementos que estamos considerando como associados à ativação do pensamento metacognitivo em situações didáticas no ensino de Física. A seguir discorreremos sobre a sua aplicação no estudo ensaio.

3.3.2 Relato de aplicação do ensaio associado à Atividade Experimental

A aplicação de uma atividade experimental na forma de ensaio foi realizada com uma turma do primeiro ano do ensino do médio no ano de 2019. De forma semelhante a resolução de problemas, a intenção estava em verificar e analisar como as atividades experimentais

ancoradas na perspectiva da metacognição podem ser desenvolvidas no contexto da sala de aula, bem como a aceitação dos alunos e a forma de sua inserção. Também se ressalta que o ensaio ocorreu no decurso das aulas da professora que é a própria pesquisadora. O ensaio foi desenvolvido com uma turma de primeiro ano, identificada como sendo 101, composta por 30 alunos na mesma escola em que os demais ensaios foram realizados.

A atividade experimental desenvolvida envolveu a determinação da massa específica da água. Nesta atividade os alunos deveriam medir diferentes massas de água com a ajuda de uma balança e os respectivos volumes com o auxílio de uma proveta. De posse desses dados os alunos deveriam determinar a massa específica da água. A intenção desta atividade estava em levar os alunos a um espaço específico denominado “laboratório”, de modo a estimular o espírito de cientista e o manuseio de instrumentos, assim como permitir a livre movimentação deles, inclusive para realizar as medidas necessárias. É importante salientar que para muitos alunos este momento representou a primeira vez que foram a um laboratório de Ciências/Física, com objetivo de realizar uma atividade experimental.

Para operacionalizar a atividade experimental seguimos as três etapas propostas no modelo AEMc de Rosa (2011). A etapa pré-experimental envolveu a introdução e contextualização do conceito com o propósito de situar o aluno na discussão do tema em estudo. Além disso, esta etapa envolveu a apresentação dos objetivos e dos equipamentos que seriam utilizados. A etapa experimental foi marcada pela realização da atividade propriamente dita com os alunos divididos em pequenos grupos de trabalho. Ao final e como etapa pós-experimental, os conceitos principais foram retomados e discutidos com os alunos, bem como foi realizada uma avaliação dos processos envolvido na ação executada.

Na realização da atividade foi necessário considerar que havia dois períodos de Física juntos e que o laboratório de Ciências/Física comportava no máximo dezoito alunos, além do que para esta atividade havia material suficiente para cinco grupos. Diante disso, optamos por iniciar a atividade na sala de aula com todos e, posteriormente, dividir a turma de modo que a metade foi para o laboratório e a outra permaneceu na sala de aula. Durante um período, o grupo de alunos que permaneceu na sala de aula realizou outra atividade⁹, enquanto os demais desenvolviam no laboratório a atividade experimental sob auxílio da professora. No período seguinte houve alternância e as turmas trocaram de atividade. Pela limitação de tempo, foi necessário um período para que os alunos realizem as etapas pré-experimental e experimental e mais um período na aula seguinte para realizar a etapa pós-experimental.

⁹ Os alunos que permaneceram na aula no momento inicial realizam uma atividade de revisão dos conteúdos com auxílio de alunos bolsistas do curso de Física.

Antes de iniciar a atividade, de forma individual, os alunos receberam um pequeno questionário para responder, cujo objetivo estava em proporcionar que eles refletissem sobre os seus conhecimentos prévios a respeito do conceito que seria abordado na atividade experimental e como ele se percebe nesse tipo de atividade, característico do conhecimento metacognitivo e salientado no modelo de Rosa (2011) como fundamental para ativação do pensamento metacognitivo. O questionário é apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 - Questionário entregue aos alunos.

1. Na atividade de hoje vamos falar sobre o conceito de **massa específica da água**, vamos utilizar da matemática a média aritmética e utilizaremos a balança e materiais como bécker e proveta. Do que foi citado, você sabe algo a respeito? Ou imagina do que se trata? Descreva.
2. Você já fez alguma atividade prática? Se sim, cite que atividades você já realizou.
3. Você acha que o seu desempenho é melhor na realização de uma atividade prática ou em uma atividade teórica (resolução de problemas, resumo de um texto por exemplo)?
4. Você tem facilidade em manusear instrumentos de medida (fita métrica, balança) e fazer a leitura dos mesmos?
5. Quando a atividade é em grupo, o seu papel no grupo é:
 - () de liderança, pois você tem facilidade e gosta de fazer esse tipo de atividade.
 - () de ajudar, mas a iniciativa não parte de você.
 - () não se envolve muito porque não tem facilidade nesse tipo de atividade.
 - () não participa da atividade.
6. Na hora de escolher qual grupo seria formado para a atividade porque você escolheu esse grupo?

Fonte: Dados do estudo, 2019.

No laboratório, os alunos foram organizados em pequenos grupos de três a quatro integrantes e a cada grupo foi entregue um roteiro com os objetivos e as instruções da atividade. Vale ressaltar que as instruções buscavam orientar os alunos, sem, contudo, impedir liberdade de ações como é típico nos *cook-book*. Inicialmente, os alunos foram instigados com alguns questionamentos: *Quem sabe nadar? Para mergulhar é preciso fazer o que? E para boiar na água? Como um navio de toneladas não afunda no mar? O que pesa mais: 1 Kg de chumbo ou 1 Kg de pena?* A partir desses questionamentos de forma breve e mais geral foi apresentado o conceito de densidade, a fórmula matemática, as unidades de medidas e o valor tabelado da densidade da água. A seguir foram lidos os objetivos da atividade, apresentados os materiais e os alunos procederam a realização da atividade prática. Na continuidade foi apresentado novos questionamentos para os alunos. O Quadro 11 ilustra as perguntas.

Quadro 11 - Questões utilizadas na atividade experimental.

- 1 – O valor encontrado para a densidade da água é o mesmo valor tabelado?
- 2 – Se a sua resposta na questão 1 foi não, o que você acha que aconteceu?
- 3 – Você consegue explicar o que significa o valor encontrado? Justifique a sua resposta.
- 4 – Durante a realização da atividade o grupo sentiu dificuldades? Cite a tarefa e a dificuldade.
- 5 – Como o grupo avalia a atividade:
 - a) Gostaram ou não de realizar a atividade?
 - b) Contribuiu ou não para o aprendizado do conceito?
 - c) O grupo se motivou e se empenhou na realização da atividade?

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Os relatórios produzidos pelos grupos foram recolhidos assim como as impressões percebidas durante a realização da atividade experimental foram anotadas no diário de bordo da pesquisadora. Também foram registradas impressões da etapa pós-experimental que ocorreu na aula seguinte. A análise desses materiais considerou as respostas dadas aos questionários individualmente e em grupo, bem como os registros da pesquisadora.

De forma geral, observamos que nas respostas dadas ao questionário aplicado antes da atividade, os alunos de certo modo apresentaram uma reflexão a respeito do seu conhecimento. Eles puderam dizer se já tinham conhecimento sobre o conceito, se já havia experiências anteriores sobre atividades experimentais e de sua performance nesse tipo de atividade, características associadas ao conhecimento metacognitivo, como já mencionado. Embora os alunos tenham realizado essa identificação percebemos que algumas incoerências, como por exemplo, o fato de os alunos mencionarem que não realizaram nenhuma atividade como esta, mas julgavam ter uma boa performance nela, especialmente quando comparado com outra ferramenta didática. Outros que também consideram o seu rendimento melhor em atividades experimentais, mas disseram que não ter facilidade com manuseio de instrumento de medida. Alguns desses alunos, inclusive responderam ter um melhor desempenho nesse tipo de atividade por se sentir mais motivado, mesmo não tendo experiências anteriores. A Figura 5, mostra a resposta dada por um dos alunos.

Figura 5 - Resposta do questionário inicial do aluno A1.

1. Não.

2. A nossa resposta foi não, porque o valor que medimos não foi o mesmo tabelado.

3. Sim, o valor encontrado significa a densidade da água.

4. Sim, tivemos dificuldades em realizar as questões e entender a que ela se referia.

5. a) nós gostamos da parte de medir a densidade da água, mas não gostamos muito de responder as questões.
 b) Aprendemos um pouco mas não foi suficiente.
 c) Sim.

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Nas respostas dadas ao questionário após a atividade prática podemos identificar que a maioria dos grupos relatou ter havido dificuldades na realização da atividade, particularmente em relação ao procedimento de como fazer a leitura da balança, na compreensão das questões apresentadas no guia e na realização dos cálculos. Além disso, nas observações também foi possível identificar dificuldades de compreensão do procedimento e de organização dos grupos no momento de realizar as tarefas. No entanto, é possível perceber que alguns grupos demonstraram ter avaliado o que poderiam ter sido falhas no processo, identificaram dificuldades e, ainda perceberam a necessidade de um conhecimento maior sobre o conceito para a sua compreensão. Para exemplificar, as Figuras 6 e 7 apresentam as respostas dadas por dois grupos ao questionário.

Figura 6 - Resposta do grupo 4.

1. Não tenho a mínima ideia.

2. Não

3. Prática.

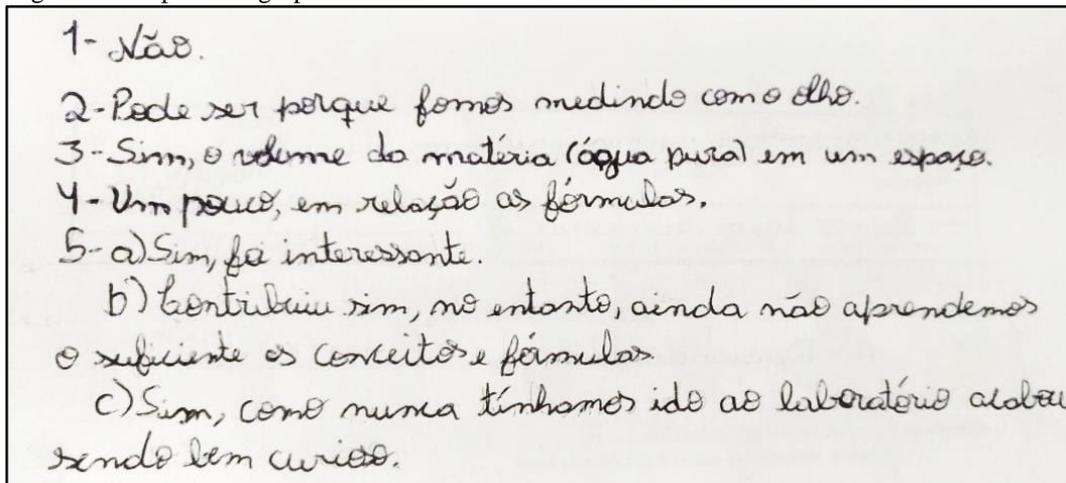
4. Não muito

5.

6. Porque eu tenho afinidade com eles.

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Figura 7 - Resposta do grupo 5.



Fonte: Dados do estudo, 2019.

Por fim, as anotações no diário de bordo revelaram que na grande maioria dos grupos houve interação entre os participantes e motivação para a atividade, mas também houve dificuldades de compreensão e organização do trabalho em equipe. Salientamos que se tratava da primeira atividade experimental desse grupo de alunos o que pode ter contribuído para a dispersão e dificuldades de alguns alunos. Na etapa de socialização dos resultados obtidos, os grupos mostraram pouca participação, sendo possível identificar que grande parte dos alunos não compreenderam a atividade realizada, particularmente me relação ao entendimento do conceito de densidade.

O apresentado possibilita analisar o modelo de atividade experimental selecionado e refletir sobre a sua viabilidade didática e como favorecedora da ativação do pensamento metacognitivo, bem como quais as possibilidades de alterações para o estudo definitivo a ser desenvolvido. Nesse sentido e considerando que foi um ensaio, julgamos que para a nova aplicação haverá necessidade de:

- Incluir mais episódio didáticos envolvendo a realização de atividades experimentais, pois há o tempo de adaptação dos alunos a esse tipo de atividade e ainda ao modelo proposto;
- Melhorar os questionamentos para que sejam mais claros para os alunos e que permitam uma análise melhorada das respostas;
- Procurar organizar os grupos de modo a envolver alunos mais experientes com alunos menos experiência, particularmente em termos de organização das atividades;
- Estruturar de forma diferenciada os aspectos teóricos dos conceitos envolvidos, uma vez que ele está entre os objetivos pelos quais realizamos esse tipo de atividade;

- Utilizar uma dinâmica diferenciada para a etapa pós-experimental com o objetivo de levar a uma maior reflexão na socialização dos resultados obtidos de cada grupo.

3.4 Leitura e Compreensão de Textos Científicos

É inegável que a prática da leitura é favorecedora do enriquecimento intelectual, incentivadora da imaginação, da criatividade, promotora da capacidade de concentração, além de servir de subsídios para uma boa escrita, compreensão e interpretação de textos. Na educação em geral, e em particular na educação científica, Koch e Eckstein (1995) mencionam que a leitura possui dois objetivos principais que são o de desenvolver a capacidade dos alunos de ler criticamente e desenvolver a habilidade de solução de problemas. Seguem os autores mencionando que o desenvolvimento de habilidades de compreensão de leitura é particularmente importante no contexto atual, no qual as rápidas mudanças oriundas da tecnologia, exigem que os alunos continuem seus estudos ao longo de sua vida profissional.

Segundo Gonçalves (2008), a leitura envolve duas atividades cognitivas: a primeira, se refere a identificação dos signos que formam a linguagem escrita; e a segunda envolve a compreensão do leitor a respeito desses signos. Destacando a segunda, a autora menciona que “não basta aprender a ler, é necessário aprender com o que se lê: necessário interpretar os conteúdos e atribuir-lhes significado, para que a leitura, enquanto exercício de inteligência, cumpra o seu papel” (p. 136). Salienta ainda, que a leitura não é um ato mecânico em que simplesmente são organizadas letras e palavras, ela deve fazer sentido ao leitor e estabelecer uma espécie de diálogo que o envolva nesse processo.

No que se refere a aprendizagem de Física, a leitura tem um papel de grande importância, pois a capacidade de interpretação de um problema é um facilitador no seu processo de resolução, assim como a compreensão das informações contidas em um roteiro de uma atividade experimental, por exemplo, é considerado fundamental para a sua execução. Somado a isso, temos o papel importante da leitura e compreensão em Física, frente aos próprios conceitos e fenômenos, uma vez que é necessário desenvolver com os alunos a capacidade de saber compreender os fenômenos a partir da leitura de suas explicações nos livros. Cada palavra apresentada nos textos de Física é importante e tem um significado preciso, que quando um aluno não consegue fazer essa leitura apresentará dificuldades de compreensão.

Para a autora Koch (2001), o desenvolvimento de habilidades em resolução de problemas em Física é tratado extensivamente nos currículos de Física, ao passo que, habilidades de leitura de textos em Física são negligenciadas. Segundo ela, os estudantes

acabam se tornando leitores habilidosos de textos narrativos e expositivos, mas encontram dificuldades na leitura de textos científicos e matemáticos. Isso denota que as estratégias utilizadas no desenvolvimento dessas habilidades foram inadequadas para compreensão de textos científicos, pois é preciso considerar que a leitura científica envolve demandas diferentes das exigidas pela maioria dos textos narrativos, como o conhecimento sobre o empreendimento científico, o conceito em consideração, a língua, as informações contidas que envolvem decodificação de texto e interpretação do discurso verbal, e habilidades de comunicação interpessoal (YORE; CRAIG; MAGUIRE, 1998).

O contexto apresentado somado a especificidade dos textos científicos, Koch (2001) avalia que as habilidades e métodos de compreensão de leitura precisam ser desenvolvidos como uma extensão natural do currículo de Física, iniciando ainda no ensino médio, e posteriormente na graduação. Os alunos precisam ser auxiliados no desenvolvimento de habilidades de compreensão daquilo que leem como forma de garantir que possam aplicá-las efetivamente em diferentes áreas do conhecimento, bem como para que possam realizar leituras independentes, sem a ajuda de fontes externas. Nesse sentido, Alexander e Kulikowich (1994), colocam que fontes externas como uma ação questionadora dos professores ou a utilização de detalhes envolventes pelos professores ou autores podem influenciar a aprendizagem dos alunos, mas quando se trata de uma leitura independente em Física, os alunos precisam recorrer a fontes internas como a metacognição e a autoconsciência.

Desta forma, se o objetivo é o de desenvolver habilidades de leitura científica pelos alunos que os tornem capazes de fazê-la de forma independente, é necessário compreender como os processos metacognitivos podem ser favorecedores nesse processo. A respeito disso, Pressley e Gaskins (2006), procuraram identificar e descrever os processos metacognitivos em que bons leitores se envolvem antes, durante e após a leitura, e as instruções de estratégias características utilizadas por um bom leitor que promovem esses processos. Eles identificaram que antes de iniciar a leitura, um bom leitor possui um propósito ou um objetivo específico, ele dimensiona o texto, observa a sua extensão e identifica as partes que poderá encontrar os seus objetivos. Ao realizar essa parte inicial, o bom leitor desenvolve um plano que o permitirá a construção de uma prévia sobre o que o texto irá abordar e deste modo decidir se a leitura irá contemplar os seus objetivos. Durante a leitura, o bom leitor realiza uma leitura rápida sobre o texto, passando pelas seções com o intuito de localizar as partes em que tem maior interesse. Ao identificar as ideias principais, ele irá destacá-las seja por meio de uma anotação ou apenas de forma mental com o objetivo de explorar essa ideia. Por fim, após completar o texto, ele

retorna a partes específicas para revisar, interpretar, levantar questionamentos e avaliar se a informação é realmente relevante.

Os bons leitores utilizam estratégias de leitura e sabem quando e onde usar tais estratégias. Essas, como mencionado por Pressley e Afflerbach, (1995), envolvem os elementos metacognitivos *Planificação*, *Monitoramento* e *Avaliação*. A partir dessa identificação, passamos a relatar estudos envolvendo a utilização de estratégias em leitura que identificamos nas bases de dados investigadas e que estão vinculadas as estratégias metacognitivas.

3.4.1 Estudos associados a leitura e compreensão de texto associados a metacognição

A metacognição é uma construção que fornece *insights* sobre a consciência e o controle executivo da construção do conhecimento, de modo que a construção do significado é orquestrada pela consciência metacognitiva do sujeito e a auto regulação que lhe permite ajustar-se às mudanças nas demandas das tarefas. Na compreensão da leitura, especialmente de Ciências, a metacognição tem um papel de grande importância, e desse modo os alunos devem ser encorajados a pensar em como eles compreendem um texto e o que devem fazer em seguida, pois isso permitirá uma reflexão sobre o que aprenderam ou sobre os erros que cometeram (QUINN; WILSON, 1997).

Vários estudos vêm apontando que o uso das estratégias metacognitivas para a melhoria da compreensão da leitura científica é muito benéfica aos estudantes. Esses estudos indicam que quando o aluno é levado a refletir o papel da compreensão da leitura em sua aprendizagem, passam a reconhecer o poder desta ferramenta, aumentando a tendência a usá-la, e deste modo, pode auxiliar a preencher a lacuna entre a teoria e prática. A metacognição na compreensão da leitura pressupõe ativos em oposição a aprendizagem passiva (KOCH; ECKSTEIN, 1991; DIGISI; YORE, 1992; GARCIA-ARISTA; CAMPANARIO; OTERO, 1996; HENNESSEY, 2003).

Dentre os estudos que buscam alternativas para associar a leitura e compreensão de textos a metacognição está o de Ogle (1986) que desenvolveu uma estratégia de leitura em grupo, denominada “K-W-L”, que foi aplicada por professores em suas classes, da área de Chicago. As experiências e os testes utilizados pelos próprios professores serviram para a análise da sua eficácia, permitindo assim a autora inferir a respeito da validade e das contribuições da mesma. Essa estratégia era baseada em três passos, a saber:

- Passo K (O que eu sei): Nesse primeiro passo o aluno é levado a acessar seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Inicialmente, o professor deve construir um *brainstorming* a partir dos conceitos apresentados pelos alunos sobre esse assunto. Depois de realizar essa parte, as informações apresentadas devem classificadas em categorias gerais. O objetivo é ativar conhecimentos ou estruturas que os leitores já possuem e que podem ajudá-los a interpretar a leitura que farão posteriormente.
- Passo W (O que eu quero aprender?): Neste passo o aluno deve anotar em uma planilha própria questões específicas as quais tem interesse em responder como resultado das discussões. Desta forma, cada aluno desenvolve um compromisso pessoal que guiará a leitura.
- Passo L (O que eu aprendi?): Após a leitura do texto, os estudantes devem escrever o que aprenderam da leitura. Devem verificar se as perguntas iniciais levantadas foram respondidas, se novas perguntas surgiram e se há a necessidade de se realizar leituras adicionais. O objetivo desta etapa, é o de levar o aluno a desenvolver uma consciência crítica sobre as limitações impostas pelo autor e, avaliar a necessidade de buscar o seu próprio conhecimento de maneira ativa.

Para avaliar a eficácia de tal estratégia, a autora utilizou as respostas obtidas pelos próprios professores envolvidos na aplicação do estudo, nas diferentes avaliações que aplicaram de forma informal. Dentre as avaliações realizadas, as principais foram a aplicação de um pós-teste depois de um determinado intervalo de tempo para identificar o que havia ficado retido da leitura realizada e a análise de gravações realizadas durante as aulas. Os resultados indicaram que os alunos apresentaram um alto nível de recordação dos textos lidos, além de que melhoraram a sua capacidade de provocar seu próprio conhecimento prévio com experiência e utilizá-lo como um complemento útil durante as suas leituras. Também destaca que houve um maior envolvimento dos alunos, o que contribuir para a qualidade de seus pensamentos e entusiasmo pela leitura de textos que não são de ficção. Por fim, a autora ressalta que o método não foi avaliado de forma mais rigorosa, mas mesmo assim pode trazer contribuições para aos professores sobre a natureza interativa da leitura e a importância do envolvimento antes, durante e depois leitura.

Em outro estudo, Jacobowitz (1990) verificou a necessidade de utilizar uma abordagem capaz de ensinar leitores menos qualificados em como estabelecer propósitos significativos para o que eles leem, e também, como abordar o texto de forma metacognitiva, a fim de construir a ideia principal ou a mensagem pretendida pelo autor. Nesse sentido, a autora desenvolveu a

estratégia metacognitiva denominada “*Auhtor’s Intended Message*” (AIM), que tem por objetivo promover o autoconhecimento, o conhecimento das tarefas e o auto monitoramento pelo aluno. Esta estratégia combina as várias habilidades relacionadas ao estabelecimento de finalidade, pré-leitura, ativação do conhecimento prévio, previsão, determinação da organização do texto, e avaliação crítica em uma estratégia de estudo. Esta estratégia também promove a compreensão independente, isto é, os alunos trabalham por conta própria, sem envolvimento do professor.

Nessa estratégia, o leitor deve responder algumas questões antes, durante e depois de ler um texto, com o objetivo de ajudá-lo a descobrir a mensagem ou a ideia principal do autor. Essas perguntas podem ser aplicadas a qualquer texto e a qualquer conteúdo, e tem o propósito de estabelecer objetivos para a leitura e um maior envolvimento com o material. Por exemplo, antes de iniciar a leitura, podem ser realizadas indagações como: *O que eu sei sobre esse assunto? O que desejo descobrir? Quem é o autor?* Durante a leitura: *Posso construir uma ideia principal do texto? Tenho respostas para os meus questionamentos? Estou atingindo os meus objetivos?* Depois da leitura: *O texto responde ao meu propósito de leitura? Posso resumir o texto?*

Para determinar a eficácia da estratégia, a autora desenvolveu um estudo com quarenta e oito alunos matriculados em seis universidades de cursos de Letras. Os resultados deste estudo indicaram que os estudantes universitários que empregavam AIM evidenciaram atitudes positivas em relação à estratégia e indicaram a intenção de aplicá-lo em seus estudos futuros, mostrando que a estratégia pode ser muito importante e útil para construir compreensão da mensagem de um autor. A autora reforça também a importância de ensinar aos alunos o estabelecimento de propósitos significativos para a leitura, como também uma abordagem metacognitiva do texto, em que ele possa controlar seus próprios processos de pensamento por meio de uma análise cuidadosa da tarefa e o monitoramento da sua compreensão. Eles devem ser orientados a confiar em seus próprios conhecimentos e habilidades para compreender o que eles leem, a estabelecer propósitos e, o mais importante, devem ser capazes de executar essas tarefas de forma independente, sem a ajuda do professor.

Koch e Eckstein (1995) por sua vez, realizaram uma investigação com o objetivo de identificar as habilidades necessárias para a leitura crítica em Física a partir de textos. Para avaliar essas habilidades, os investigadores desenvolveram um teste de compreensão de leitura, denominado “Koch – Eckstein” (KE), que combina recursos de detecção de erros e testes verdadeiro-falso-não-declarados. Este teste foi aplicado a trinta e cinco estudantes universitários de Israel, no início do segundo semestre de Física. Para iniciar o estudo, os alunos

foram identificados em quatro níveis de habilidade, baseadas nas notas finais do primeiro semestre, e divididos em dois grupos, denominados grupo A e grupo B.

Para o estudo foram desenvolvidas duas versões do teste: na versão A foi escolhido um texto “R” e escrito em formato contínuo e um texto “L” no formato de lista separada; na versão B o texto “R” foi escrito em formato de lista separada e o texto “L”, em formato contínuo. Assim, os sujeitos foram testados nas mesmas instruções escritas, de modo que os que estavam com a versão A foram o grupo de teste para o tópico R e o grupo de controle para o tópico L; enquanto que os estudantes que receberam a versão B foram o grupo de teste para o tópico L e o grupo de controle para o tópico R.

Nas duas versões, os alunos recebiam um texto básico de Física e as passagens adicionadas continham declarações a ser rotulado como: verdadeiro, quando a declaração é relatada no texto ou pode ser inferida a partir do texto; falso, quando a afirmação contradiz o texto; ou não relatado quando a declaração não pode ser inferida a partir do texto, embora não a contradiga. A diferença entre ambas, é que no formato de lista separada os alunos recebiam as instruções em uma folha, a qual continha uma lista com quinze afirmações, divididas em cinco verdadeiras, cinco falsas e cinco não declaradas no texto, e no teste em formato contínuo os alunos deveriam fazer a identificação no próprio texto. Tais instruções foram assim apresentadas:

Nesta passagem existem: algumas partes que concordam com o texto básico, alguns que contradizem o texto básico e alguns que não são relatados no texto básico, não o contradizem e não podem ser inferidos a partir dele. Separe essas partes desenhando uma barra entre cada uma dessas partes diferentes. Marque cada uma dessas partes da seguinte maneira:

- Marque-o como verdadeiro se concordar com o texto básico ou se puder deduzir dele;
- Marque-o como falso se contradizer o texto básico;
- Marque-a como não relatada, se não for relatada no texto básico, não contradiz o texto básico, e isso não pode ser deduzido.

Cuidado para não pular nenhum segmento da passagem. Observe que a divisão em partes do tipo diferente, verdadeiro, falso e não relatado, não necessariamente concorda com a gramatical divisão em frases (KOCH; ECKSTEIN, 1995, p. 626, tradução nossa).

Os resultados encontrados pelos autores indicaram que os testes mais significativos da compreensão da leitura foram os de formato contínuo. Segundo os autores, estes testes podem servir como diagnóstico para dificuldades de compreensão de leitura, e também como exercícios para melhorar a compreensão da leitura. A identificação de declarações não relatadas também deve ser usada em exercícios e testes, pois estas podem aprimorar as habilidades lógicas e analíticas dos alunos e melhorar sua compreensão de leitura. O fato de existir alguma

correlação entre as declarações não relatadas e a capacidade de solução de problemas sugerem que itens desse tipo também podem melhorar a capacidade de resolução de problemas dos alunos.

3.4.2 Relato de aplicação do ensaio associado a Leitura e Compreensão de Textos Científicos

Esta subseção trata do relato de aplicação do uso de estratégias metacognitivas em leitura e compreensão de textos científicos e de como elas se inserem no contexto da sala de aula na forma de ensaio com duas turmas do terceiro ano do ensino do médio. Mencionamos que assim como nas demais ferramentas analisadas anteriormente, a intenção está em verificar e analisar como o uso de estratégias de leitura ancoradas na perspectiva da metacognição podem ser desenvolvidas no contexto da sala de aula, bem como a aceitação dos alunos e a forma de sua inserção. Também ressaltamos que o ensaio ocorreu no decurso das aulas da pesquisadora que é também professora da turma e, optamos por aplicar novamente com turmas diferentes dos ensaios anteriores. Esse foi desenvolvido com turmas do terceiro ano do ensino médio, identificadas como sendo 301 composta por 31 alunos, e 302 composta por 28 alunos.

Para a aplicação da estratégia de leitura e compreensão de texto realizamos a escolha de dez textos envolvendo assuntos variados, como descobertas científicas, cientistas, concepções de ciência, astronomia, eletricidade, matéria, movimento, entre outros, extraídos da obra “Uma breve história da Ciência”, do autor William Bynum. Destacamos que os textos selecionados eram de, no máximo, três páginas, apresentavam linguagem acessível, sem a utilização de recursos matemáticos ou de fórmulas, tratavam de conceitos já estudados pelos alunos e, recorriam a uma contextualização histórica. Na leitura desses textos, os alunos foram organizados em duplas, que após uma breve apresentação dos assuntos abordados, procederam a escolha do texto de seu interesse. Além disso, destacamos que a leitura ocorreu em dois períodos de quarenta e cinco minutos.

Nesta atividade utilizamos a estratégia “AIM” de Jacobowitz (1990), na qual o leitor deve ser instigado a responder questionamentos antes, durante e depois de ler um texto, com o objetivo de ajudá-lo a refletir e a encontrar a ideia principal do texto apresentado pelo autor. Para operacionalizar essa estratégia, entregamos uma ficha de leitura a cada dupla a qual continha questionamentos sugeridos pela autora, para cada uma das etapas da leitura. Os dez textos foram distribuídos nas turmas aleatoriamente. No Quadro 12, é apresentada a ficha de leitura entregue e as instruções solicitadas aos alunos.

Quadro 12 - Ficha de leitura.

Para a realização da leitura do texto escolhido pela sua dupla há alguns questionamentos que devem ser respondidos antes da leitura, outros durante a leitura, e após o término da leitura. Leia com atenção o texto e os questionamentos, e responda no campo em branco da ficha as suas respostas. Se achar necessário, faça anotações de partes do texto que tenham chamado a sua atenção ou que não estejam de forma muito clara.

Antes da Leitura

1. Qual é o tema abordado pelo texto?
2. Conheço algo sobre esse assunto?
3. O que espero encontrar sobre esse tópico?
4. Quais perguntas podem ser respondidas enquanto leio?

Durante a Leitura

5. Identifique no texto palavras –chave ou frases em que possa identificar a ideia principal do texto apresentado pelo autor.

Após a leitura

6. Qual foi o propósito do autor em escrever este material?
7. Corresponde ao meu propósito de ler? Se não, quais perguntas o autor não respondeu?
8. Concordo com a opinião ou conclusão do autor?
9. Posso parafrasear ou resumir o material?
10. O que posso fazer se ainda não tiver determinado o objetivo? (Releio, leio as perguntas do meu propósito novamente, faço outras perguntas, discuta com um colega de classe...)

Fonte: Dados do estudo, 2019.

A primeira aplicação ocorreu na turma 301, em que os períodos de Física estavam dispostos em dias separados, de modo que a atividade foi iniciada em um dia e concluída na aula seguinte, pois a maioria das duplas não conseguiu preencher a ficha de leitura. A segunda aplicação, ocorreu com a turma 302 e foi concluída no mesmo dia considerando que no horário da escola haviam dois períodos de Física consecutivos e, ainda, que a turma necessitou de um tempo menor para a realização da atividade. Cabe mencionar que a turma 301 demonstrou maior interesse e envolvimento com a leitura do texto, além de apresentar mais momentos de discussões e reflexões entre as duplas, contribuindo para a necessidade de um tempo maior para a conclusão da atividade.

As respostas dadas pelas duplas frente aos questionamentos contidos na ficha de leitura, assim como as reações expressadas durante a realização da leitura anotadas no diário de bordo da pesquisadora, foram analisadas de modo a possibilitar uma avaliação sobre o uso da estratégia no contexto da sala de aula. Para esta análise buscamos identificar três aspectos relevantes, a saber:

- Leitura do texto: leram todo o texto/não leram todo o texto; leram uma única vez/leram mais de uma vez; fizeram anotações.
- Ficha de leitura: responderam todas as questões; foram respostas claras; demonstraram compreender o que era perguntado; apresentaram dúvidas.

- Índícios metacognitivos: fizeram uma reflexão sobre o que sabiam a respeito do assunto; conseguiram planejar a sua leitura; perceberam necessidade de pesquisar termos fora do texto para a sua compreensão; ao término da leitura conseguiram avaliar se os objetivos ou o planejamento realizado no início foi atingido.

Numa análise mais geral desse material produzido pelos alunos das duas turmas, identificamos que para grande parte dos alunos a leitura de um texto científico, especialmente em aula, era uma novidade. Isso evidencia o que Koch (2001), destaca em relação a ênfase dada ao desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas em Física e a pouca atenção dada as habilidades de leitura de textos científicos. Frente a isso, observamos que a proposta desta atividade despertou alguns sentimentos nos alunos como a curiosidade, o interesse, a preocupação com tamanho do texto, e possíveis dificuldades de compreensão, uma vez que não estavam habituados a realização de uma leitura de um texto dessa natureza.

Na análise do aspecto referente a leitura do texto pudemos observar que aparentemente todos leram os textos na íntegra. Algumas duplas optaram por fazer a leitura conjunta e outras por ler individualmente. Durante a leitura, algumas duplas ao mesmo tempo e que realizavam a leitura, discutiam trechos que chamavam a atenção, inclusive realizando questionamentos à professora. Poucas duplas realizaram algum tipo de anotação durante a leitura, fora do que era solicitado na ficha de leitura. Salientamos que sublinhar ou fazer anotações no próprio texto não apareceram porque foi solicitado aos alunos que não o fizessem, tendo-se em vista de que o texto seria utilizado por outras duplas. Em relação a ficha de leitura, pudemos observar que os alunos não tiveram dificuldades de compreensão dos questionamentos e responderam a todas as perguntas. Algumas duplas apresentaram respostas mais longas e outras foram bem curtas e objetivas, denotando em alguns momentos pressa em concluir a atividade.

Para ilustrar os resultados encontrados nos materiais, apresentamos a seguir imagens das respostas dadas pelos alunos na ficha de leitura e as anotações no diário de bordo da pesquisadora. Para distinguir o realizado pelas duplas selecionamos imagens das respostas apresentadas por alguns deles que foram identificadas pela letra “D” seguida de um número. Ressaltamos que por limitações textuais, não é possível apresentar todas as respostas dadas pelos alunos, tendo sido selecionadas as mais expressivas.

As figuras 8, 9 e 10 mostram as respostas apresentadas, pela dupla D4 na ficha de leitura.

Figura 8 - Respostas obtidas antes da leitura pela dupla D4.

- 1- Sem Terra é o centro do Universo.
- 2- ^{esperamos:} Sol que:
 - Para medir a velocidade de algo, precisamos de um ponto de referência com velocidade constante.
 - Nem a Terra, nem o Sol e nem a Via Láctea são o centro do universo.
 - O Big Bang é a origem do universo.
- 3- ^{esperamos:} Sol e o Universo possui um centro.
 - As teorias antigas sobre o centro do Universo.
 - Entender melhor a natureza do Universo.
- 4- Todos quer:
 - O Universo possui um centro?
 - Quais são as teorias antigas sobre esse assunto?

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Figura 9 - Respostas obtidas durante a leitura pela dupla D4.

- 5- Sol, Terra, círculos, estrelas, planetas, movimento, céu, velocidade.
- "O centro da Terra não é o centro do universo".
- "O céu não era completamente perfeito e imutável".

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Figura 10 - Respostas obtidas após a leitura pela dupla D4.

- 6- Tem o propósito de mostrar a evolução do conhecimento sobre o universo.
- 7- Não muito, pois o título criou uma expectativa para outra resposta.
- 8- Concordamos porque ele apresenta fatos históricos.
- 9- "O centro da Terra não é o centro do universo".
- 10- Podemos procurar mais informações em outras fontes.

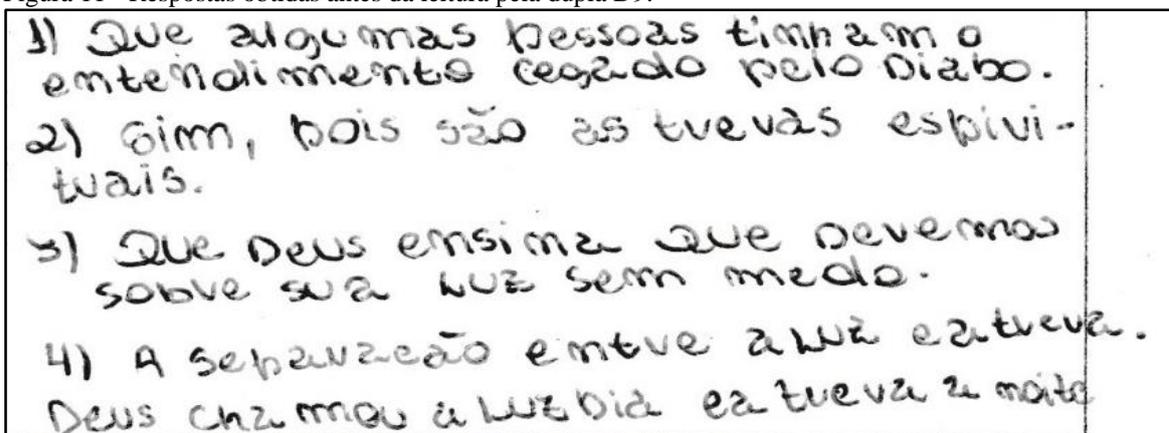
Fonte: Dados do estudo, 2019.

Nas respostas apresentadas podemos identificar que a dupla D4, antes de iniciar a leitura, apresentou o título do texto como sendo o assunto a ser abordado, e a partir dele passaram a relatar os seus conhecimentos. Essa estratégia foi utilizada praticamente por todas as duplas nesta etapa. Ainda, a respeito das respostas dadas observamos que os alunos possuíam conhecimentos prévios sobre o assunto, assim como inferiram uma concepção de Ciência.

Durante a leitura a dupla procurou destacar palavras-chaves e duas frases relacionadas com o seu propósito ao início da leitura. Após a leitura, os alunos da dupla analisada identificaram que o propósito do autor era “*mostrar a evolução do conhecimento do universo*”, o que em partes atendeu as suas expectativas. Na questão 7, a mesma dupla demonstra insatisfação, pois o texto não contemplou as expectativas iniciais. A dupla não apresentou qual ou quais questões não foram respondidas, mas supomos que se referiam a questão: *O universo possui um centro?* No diário de bordo, encontramos que a dupla realizou a leitura juntos, que discutiram e refletiram em todas as etapas da leitura. Um dos alunos, realizou anotações em uma folha que foi utilizada para responder as questões na ficha de leitura. Também, destacamos que os alunos leram uma única vez o texto, mas durante a leitura realizaram paradas para a discussão, o que provavelmente contribuiu para isso. Aspecto observado para a maioria das duplas.

Para compararmos as respostas com outra dupla, apresentamos nas Figuras 11, 12 e 13 as respostas da dupla D9, dadas as mesmas perguntas. É importante salientar, que o texto trabalhado por essa dupla não era igual ao texto da dupla anterior.

Figura 11 - Respostas obtidas antes da leitura pela dupla D9.



Fonte: Dados do estudo, 2019.

Figura 12 - Respostas obtidas durante a leitura pela dupla D9

"A verdade de estar mais no que Deus revela do que nas conjecturas de homens que andam às escultas."
 "Faculdades" "A Rainha das Ciências"

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Figura 13 - Respostas obtidas após a leitura pela dupla D9.

6- Da o sentido que o boceço, a Deus não é uma tarefa tão difícil.
 4- sim
 8- sim, pois na vida tudo tem um propósito mesmo tudo e flores tem momentos tristes também.
 9- "um pouco de luz vence muitas trevas"
 = A luz incomoda aqueles que tem olhos de trevas"
 10- mais ou menos, pois tem algumas formas de expressar no texto que não entendi o que estava querendo dizer ou seja umas partes nada haver.

Fonte: Dados do estudo, 2019.

Nesta dupla em especial, podemos observar que os alunos apresentaram respostas bastante aleatórias. Na etapa antes da leitura percebemos claramente que os alunos não compreenderam o que deveria ser realizado. Durante a leitura, podemos observar que os alunos se detiveram a duas pequenas frases extraídas no início do texto, o que possa indicar que não tenham realizada a leitura de todo o texto. Após a leitura, as respostas também se mostraram vagas, e os próprios alunos indicaram que não compreenderam o texto na passagem: "mais ou menos tem algumas formas de expressar no texto que não entendi o que estava querendo dizer ou seja umas partes nada haver". A respeito disso, os alunos não apresentaram o que poderiam fazer para compreender o texto. No diário de bordo, encontramos que a dupla havia realizado a

leitura do texto juntos, não haviam realizado anotações e não expressaram dúvidas a respeito da ficha de leitura.

O exposto permite analisar o modelo selecionado como forma de evocar o pensamento metacognitivo durante a leitura e compreensão de textos científicos e refletir sobre a sua viabilidade, bem como quais as possibilidades de alterações no modelo utilizado para o estudo definitivo a ser desenvolvido. Nesse sentido, julgamos que para a nova aplicação haverá necessidade de:

- Incluir no estudo outras atividades relacionada a leitura de textos científicos, com objetivo de que os alunos possam desenvolver as habilidades relacionadas a esse tipo de atividade;
- Melhorar os questionamentos para que fiquem mais claros para os alunos, permitam uma análise mais efetiva das respostas;
- Identificar como o aluno realiza a leitura de textos, independentemente de sua natureza, antes da aplicação da estratégia, com intuito de analisar/comparar o comportamento frente a utilização da estratégia;

3.5 Síntese dos estudos na forma de ensaios

No presente capítulo foram apresentadas discussões envolvendo o uso de estratégias metacognitivas associadas a ferramentas didáticas usualmente presentes no ensino de Física. Dos estudos que selecionamos na literatura especializada que recorreram ao uso de estratégias metacognitivas, e os quais utilizamos nos ensaios apresentados, concluímos que determinadas estratégias propostas carecem de adaptações e ajustes frente ao contexto ao qual se pretende utilizar.

Além disso, o estudo na forma de ensaios mostrou que os seis elementos metacognitivos nem sempre se manifestam na íntegra em todos as propostas analisadas, exceto nas AEMc que foram estabelecidas a partir desses elementos. Eles são considerados os atributos de discussão da presente tese, todavia, nem todas as atividades que analisamos contemplaram os seis elementos. O que foi possível perceber é que nem sempre podemos ativar todos eles em uma mesma atividade, a não ser que essa apresente a intencionalidade de fazer isso, como foi o caso das AEMc e como foi em no estudo desta tese, como veremos adiante. Estudos como os de García (1998) e Monereo et al. (1994), inferem que o objetivo de utilizar as estratégias metacognitivas associadas as situações didáticas está em oportunizar que elas sejam amparadas nos conteúdos específicos dos componentes escolares e que aos poucos sejam transferidas para

outras situações. Ou seja, de específicas elas sejam entendidas como de natureza geral e possam ser transferíveis, inclusive para as situações de vivências fora do contexto escolar. Entretanto, isso não é algo fácil e não pode ser tarefa de uma componente curricular isolada, se não uma proposta pedagógica da escola.

Dentro dos limites que uma pesquisa vinculada a tese apresenta, entendemos a possibilidade de investigar a pertinência da ativação do pensamento metacognitivo frente a uma unidade didática associada a uma componente curricular, de modo a termos indicativos de sua viabilidade como estratégia metacognitiva. Além disso, adotamos como referência o estudo de Rosa (2011) por se reportar aos seis elementos metacognitivos que pretendemos enfatizar no estudo de intervenção, foco da tese, e já anunciado anteriormente. Esse estudo, amplia as estratégias metacognitivas de modo a abarcar a componente do conhecimento do conhecimento, trazendo para a sala de aula possibilidade de evocar aspectos associados as variáveis Pessoa, Tarefa e Estratégia. Todavia, é necessário enfatizar que apesar de nos apoiarmos do estudo de Rosa (2011) em termos dos elementos metacognitivos, nos diferenciamos deste por não utilizarmos momentos de parada para ativação do pensamento metacognitivo, mas por associar os questionamentos ao próprio desenvolvimento da atividade didática.

Por fim, mencionamos que os ensaios realizados com cada uma das ferramentas didáticas apontaram à possibilidade de que o recorte do estudo priorizasse os estudantes identificados com dificuldade de aprendizagem em Física e que apresentam rendimento acadêmico insatisfatório neste componente curricular, uma vez que os resultados mais promissores dos ensaios foram obtidos com esse público. Tal situação pode ter ocorrido em virtude das dificuldades desses alunos para utilizarem o pensamento metacognitivo em sua aprendizagem, como a literatura tem apontado. Desta forma, mencionamos que o recorte a ser dado, a partir dos ensaios envolve uma intervenção didática recorrendo a contemplar em uma unidade didática momentos de ativação do pensamento metacognitivo na forma de questionamentos e vinculado aos seis elementos metacognitivos. Além disso, como decorrência dos ensaios realizados e descritos no presente capítulo, destinamos a atividade a um grupo de estudantes e não a uma turma inteira, como será explicitado no próximo capítulo. Situação que veio ao encontro do vivenciado em 2020 e 2021 referente a pandemia e que dificultaria um estudo envolvendo uma intervenção com um grupo maior de aluno, como já explicitado na Introdução.

4 METODOLOGIA

O foco principal do estudo que está em trazer contribuições para a adoção de estratégias metacognitivas por parte de estudantes, consideramos pertinente retomar que nossa intencionalidade de estudo está na ativação dessa forma de pensamento por meio de um processo de intervenção didática, recorrendo aos processos metodológicos como forma de verificação e interpretação da pertinência dessa intervenção. Diante dessa intencionalidade, o presente capítulo se ocupa de apresentar os referenciais teórico-metodológicos do estudo, explicitando os princípios que sustentam a abordagem de pesquisa; descrevemos a população participante; anunciamos e fundamentamos os instrumentos utilizados para a produção dos dados; e, por fim, procedemos a um relato dos encontros.

4.1 Aspectos metodológicos: a pesquisa qualitativa

Inicialmente é importante considerarmos que a pesquisa científica é um processo permanentemente inacabado, indispensável na construção do conhecimento e o caminho condutor a novas respostas, o que possibilita uma ampliação do conhecimento sobre as mais diversas áreas e realidades sociais. A respeito da pesquisa científica Lakatos e Marconi (2011), colocam que se trata de um procedimento formal, em que se recorre ao uso de um pensamento reflexivo embasado em métodos científicos. É a partir desses métodos, que os caminhos são trilhados para a busca do conhecimento da realidade ou de verdades parciais. Segundo Luna (2009, p. 15), a pesquisa tem por objetivo essencial “à produção de conhecimento novo, relevante teórica e socialmente fidedigno”. Esse conhecimento deve preencher uma lacuna importante no conhecimento disponível em uma determinada área do conhecimento.

Especialmente no campo da educação a pesquisa possibilita um olhar crítico sobre o ambiente escolar, sobre suas práticas e, especialmente, na relação da teoria com a prática (SILVA; EUFRÁSIO, 2010). No entanto, há de se considerar que as pesquisas desenvolvidas nesse campo, que tenham por objetivo conhecer o universo escolar em toda a sua plenitude, precisam compreender as perspectivas dos sujeitos envolvidos no objeto de estudo e as suas relações com o contexto que perpassam o educacional. Nesse sentido, Vilela (2003, p. 460) destaca que:

Nessa tentativa de esclarecer os significados presentes na situação e nas formas particulares em que cada sujeito envolvido nela se encontra, além de trazerem à tona aquilo que experimentam, o modo como interpretam ou o sentido que dão à experiência vivida, revelam as estruturas sociais nas quais esses sujeitos podem contar para explicar aquela situação. Nesse processo, parece ser muito mais ampla a forma de se construir os conhecimentos sobre a realidade escolar.

Moreira (2003), por sua vez, ao mencionar os fenômenos que são de interesse na pesquisa em ensino, chama a atenção para o fato de que o ensino formal do qual a sala de aula faz parte, integra um ambiente maior que é a escola. Por sua vez, a escola faz parte de um sistema ainda maior que é o sistema escolar e a sociedade. A sala de aula seria um “micromundo, uma microcultura, com certos vínculos e determinada organização social” (p. 5), influenciada por acontecimentos de outras esferas de organização social e cultural. Para o autor, o ensino não pode desconsiderar esses aspectos, pois fazem parte de maneira indissociável do fenômeno de interesse da pesquisa.

Ao considerarmos a complexidade e as especificidades do contexto escolar, conforme mencionado anteriormente, julgamos que a perspectiva oriunda de uma abordagem qualitativa emerge como uma possibilidade de produção de conhecimento científico, em que aspectos como a realidade do objeto e o seu contexto social são considerados elementos de grande importância no processo. É importante salientar que a pesquisa qualitativa, tradicionalmente vem sendo utilizada como opção metodológica quando são investigados fenômenos na área da educação (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Desta forma e por se tratar de um estudo envolvendo o contexto escolar, anunciamos a nossa opção por um estudo qualitativo na perspectiva de Bogdan e Biklen (1994), ao utilizarem a expressão “investigação qualitativa”. De acordo com os autores o termo é genérico e empregado para expressar um conjunto de estratégias de investigação que possuem características comuns. Neste tipo de pesquisa, os dados são denominados de qualitativos “o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 16). Cabe ressaltar que o fato de enfatizar os dados qualitativos não significa eximir os quantitativos, mas que a ênfase repousa na descrição e na interpretação desses dados e não na sua apresentação. Ou seja, os dados não falam por si!

Na investigação qualitativa, Bogdan e Biklen (1994, p. 67) pontuam que “o objetivo principal do investigador é o de construir conhecimento e não dar opinião sobre determinado contexto”. Ainda ressaltam que um estudo pode ser útil na medida em que é capaz de gerar teoria, descrição ou compreensão. As finalidades as quais a pesquisa qualitativa pode possuir

podem ser diferentes dependendo do objetivo do investigador, que pode ser o de gerar teoria, descrição ou compreensão, mas ainda que existam essas diferenças, o objetivo comum é a busca por “compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 70).

Para os autores, a investigação qualitativa possui cinco características, as quais podem estar todas contempladas ou não na pesquisa, mas mesmo assim poderá ser considerada dessa natureza. As cinco características apontadas pelos autores são: a fonte direta de coletas de dados é o ambiente natural e o investigador o instrumento principal; é descritiva; há um interesse maior pelo processo que pelos resultados ou produtos; normalmente, os dados são analisados de forma indutiva; tem um significado extremamente importante.

Em relação a fonte e ao instrumento, o investigador se coloca em contato direto com o ambiente natural de sua pesquisa, fazendo as suas observações, anotações, entrevistas tudo para produzir dados. Durante esse processo deve estar atento aos contextos e ver no cotidiano a possibilidade de captar sentidos, pois assumem a ideia de que o comportamento humano possa ser influenciado pelo local em que se encontra. Desta forma, “para o investigador qualitativo divorciar o ato, a palavra ou o gesto do seu contexto é perder de vista o significado” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 48). Sendo assim, fica evidente que o pesquisador é o principal meio de aquisição de informações, e sua presença no campo leva a existência de uma relação entre os envolvidos e o processo investigativo.

No que tange à descrição dos dados é importante observar que estes não se tratam de números, mas palavras que são recolhidas ou elaboradas por meio de imagens, áudios, vídeos entre outros, que são transcritos e apresentados sob a forma narrativa no sentido de dar coerência aos dados, descortinar aspectos relevantes, respeitando sempre as falas e pontos de vista dos sujeitos envolvidos na pesquisa. Sendo assim, “a palavra escrita assume particular importância na abordagem qualitativa, tanto para o registro dos dados como para a disseminação dos resultados” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). Isso faz com que todos os dados sejam descritos e analisados cuidadosamente como se nada fosse trivial, a fim de se chegar a uma compreensão mais esclarecedora do objeto.

A terceira característica leva ao elemento mais importante da pesquisa qualitativa que se refere a metodologia empregada pelo investigador durante o processo. Cabe a ele escutar os silêncios, enxergar as expressões que aparentemente são banais, compreender os sentimentos e as expectativas envolvidas no processo e interpretar de que forma isso afeta os sujeitos envolvidos na pesquisa. Esse processo acaba por ser mais importante do que os próprios resultados, o que torna a ênfase qualitativa de grande importância em se tratando de

investigações educacionais, pois permite clarificar a “profecia autorrealizada”, desmistificando as expectativas que se traduzem nas atividades, procedimentos e interações diários (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A quarta característica revela que nas pesquisas qualitativas não há a necessidade de elaboração de hipótese previamente para posterior comprovação, mas elas poderão surgir ou não à medida que os dados são recolhidos e o andamento da investigação acontece. A esse processo indutivo de análise dos dados na investigação qualitativa, Bodgan e Biklen (1994, p. 50) fazem uma comparação a um funil no qual “[...] as coisas estão abertas no início (ou no topo) e vão se tornando mais fechadas no extremo”. Com essa comparação os autores querem se referir que no desenvolvimento do próprio estudo é que as questões mais importantes a investigação é revelada.

A última característica da abordagem qualitativa demonstra o interesse dos investigadores em apreender os sentidos que as pessoas dão às suas vidas ou aos seus aspectos e a forma como os interpretam e o porquê o fazem desta maneira. Assim, “ao apreender as perspectivas dos participantes, a investigação qualitativa faz luz sobre a dinâmica interna das situações, dinâmica esta que é frequentemente invisível para o observador exterior” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 51).

Os autores também chamam a atenção ao fato de que quando se faz pesquisa qualitativa no campo da educação há de se considerar as várias razões que levam a uma investigação e também os agentes envolvidos. Segundo eles, tradicionalmente pode-se categorizar a investigação qualitativa na educação em dois tipos mais frequentes, assim chamados de fundamental e aplicada. A primeira tem por objetivo a busca pelo conhecimento geral do objeto de estudo, caracterizando-se por uma linguagem mais abstrata e afastada de situações cotidianas que possam interferir. Esse tipo de investigação é desenvolvido pelos pesquisadores ligados as comunidades acadêmicas e científica. A segunda, está mais preocupada com a melhoria dos métodos de ensino e sua implementação no contexto da sala de aula de forma mais imediata, sendo aqui representada pelos professores e outros agentes que tem essa ligação mais direta. Esses dois tipos de pesquisa na visão dos autores se complementam, de modo que a compreensão teórica alarga o leque de conhecimentos permitindo aplicações no contexto prático.

Por fim, é importante salientar que os autores destacam o interesse da pesquisa qualitativa pela mudança. Seja ela proporcionada no momento presente ou com o tempo, a abordagem qualitativa tem por objetivo melhorar a vida das pessoas. No entanto, quando se pensa em uma sala de aula ou mais ousadamente o sistema educativo é preciso compreender

que estão em jogo crenças, estilos de vida e comportamentos que são complexos, que por vezes acabam por tornar o processo de investigação impreciso. Se o desejo é que a mudança seja efetiva, “temos que compreender a forma como os indivíduos envolvidos entendem a sua situação, pois são eles que terão que viver com as mudanças” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 265).

Não cabe neste texto fazer uma análise da abordagem qualitativa na perspectiva dos autores, mas julgamos relevante os apontamentos trazidos para justificar por meio deles as razões pelas quais nossa exploração pode ser considerada qualitativa. Evidenciamos o papel do pesquisador nesse processo como o agente responsável pelo recolhimento de informações, condução do processo e a proximidade com a origem dos dados, com o objetivo de extrair informações relevantes. A atenção ao processo e não somente ao resultado, também é aspecto coadjuvante da pesquisa qualitativa a qual estamos realizando nesse estudo, uma vez que ela busca se cercar da riqueza de interpretação ofertada por essa abordagem. Ainda, destacamos que ao buscar propostas didáticas para o ensino da Física, que almejem avanços ou inovações, é essencial a aproximação da academia com a escola, de forma mais efetiva e produtiva. Nesse sentido, é necessário que o professor seja protagonista na construção dos conhecimentos e não apenas um aplicador e/ou reproduzidor de conhecimentos produzidos pelos outros.

Frente a esse contexto em que a pesquisa se volta para um conjunto de ações didáticas, buscando analisar a sua pertinência, entendemos a necessidade de buscar referenciá-la metodologicamente no que Damiani et al. (2013) denominam de “Pesquisa de intervenção”, embora tenhamos como sujeitos de investigação – como será explicitado a seguir, um grupo de estudantes e não uma turma/classe na sua totalidade. Entretanto, a pesquisa pode ser caracterizada como de intervenção, pois como explicitado pelos autores, envolve “o planejamento e implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (p. 58).

Com base nos apontamentos de Tripp (2005) e Thiollent (2009), os mesmos autores destacam que esse tipo de pesquisa se assemelha a uma pesquisa-ação, considerando que ao intervir no contexto educacional o pesquisador/professor tem o intuito de produzir mudanças, resolver um problema, desenvolve uma pesquisa de caráter aplicado, necessitando dialogar com o referencial teórico e tendo a possibilidade de produzir conhecimento. Tal entendimento associa-se ao presente estudo que busca por meio de um processo interventivo analisar os seus efeitos.

4.2 *Design*, contexto e população

As escolhas e os aportes teórico-metodológicos mencionados levam ao *design* projetado para a pesquisa. Como referido o desejo está em realizar uma intervenção didática e a partir dela verificar suas contribuições para a ativação do pensamento metacognitivo em estudantes que declaradamente mencionam recorrer pouco a este tipo de pensamento e igualmente são identificados com baixos rendimento acadêmico.

Para tanto, o estudo está estruturado de forma a desenvolver um conjunto de atividades didáticas orientadas a evocação do pensamento metacognitivo com um grupo de estudantes de uma turma de ensino médio. A intervenção realizada em horário extraclasse de forma remota e síncrona, utilizou a plataforma *Google Meet* e teve auxílio do aplicativo *WhatsApp*. Ela envolveu um conjunto de seis encontros com dois períodos de duração (duas horas-aula), nos quais a pesquisadora que também é professora da turma, abordou os mesmos conteúdos trabalhados no período regular de aula, porém de modo a envolver o uso de estratégias metacognitivas. A opção por ser remota síncrona com o uso da referida plataforma, decorre da situação de pandemia vivenciado em 2020 e 2021 provocada pelo coronavírus (Covid-19), como já mencionado. Tal situação levou ao isolamento social, culminando na adoção de um modelo de ensino remoto.

O estudo ocorreu em uma escola de educação básica da rede pública de ensino, no município de Passo Fundo, interior do estado do Rio Grande do Sul. A escolha em desenvolver a investigação nessa escola decorre do fato de ser o local de atuação profissional da pesquisadora e por ter sido o espaço onde os ensaios, reatados no capítulo anterior, foram desenvolvidos. Ser o local de atuação profissional da pesquisadora toma-se importante por facilitar os procedimentos necessários para o desenvolvimento da investigação, bem como por ser ela a professora titular da turma envolvida. Além disso, a pesquisadora está próxima aos sujeitos envolvidos na pesquisa, o que favorece a receptividade de pais, estudantes e escola.

A escola possui aproximadamente 1.100 alunos e conta com 85 profissionais, entre professores e funcionários. Oferece, no turno da manhã, do primeiro ao terceiro ano do ensino médio; no turno da tarde, ensino fundamental do sétimo ao nono ano; e à noite o ensino médio. Os alunos atendidos são de classe média baixa, sendo a maioria proveniente da comunidade próxima e de bairros vizinhos. Em termos de estrutura, a escola oferece uma estrutura física relativamente boa, com laboratório de informática, laboratório de Ciências, biblioteca, sala de vídeo, equipamentos de projeção, rede *wi-fi* etc.

Para desenvolver o estudo selecionamos estudantes das turmas do segundo ano do ensino médio, por termos identificado no decorrer do estudo na forma de ensaios, que foram os que mais apresentaram dificuldades na operacionalização das estratégias metacognitivas. A população selecionada envolveu quatro alunos, sendo todos residente nas proximidades da escola, oriundos de classe média-baixa.

Os quatro estudantes selecionados para o estudo se tratavam de três estudantes do sexo feminino e um do sexo masculino, com idades entre 16 e 17 anos. Todos eles haviam realizado o primeiro ano do ensino médio na escola, e, portanto, se conheciam embora estivessem em turmas diferentes no ensino regular. No grupo, uma das alunas conciliava o trabalho com os estudos, e os demais se dedicavam a escola e as tarefas de casa.

Ainda com relação a seleção da escola e população do estudo, destacamos a adoção dos procedimentos éticos necessários para a realização deste tipo de estudo, obtendo a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa¹⁰. Esse procedimento envolve o Termo de Autorização da Escola (Anexo A), Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo B), Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Anexo C).

4.3 Instrumentos para produção de dados

Tal delineamento do estudo levou a estabelecer os instrumentos necessários a produção dos dados da pesquisa. Estes instrumentos foram orientados a fornecer subsídios para sua posterior interpretação, compreensão e análise. Todavia, é necessário ter clareza das dificuldades no processo de avaliação do pensamento metacognitivo, como expresso por White (1990), Alonso Crespo (1993), Thomas (2013), entre outros. Para esses autores, o processo de avaliação do pensamento metacognitivo representa um dos maiores problemas nos estudos envolvendo metacognição. A questão levantada por eles, está nas circunstâncias em que essa produção ocorre, uma vez que metacognição pressupõe pensamentos, que são processados internamente nos sujeitos, por isso, difíceis de se perceber externamente.

Ciente dessas dificuldades, autores têm proposto diferentes instrumentos, todos orientados a capturar manifestações corporais, escritas ou verbais dos sujeitos e a partir delas interpretar a presença do pensamento metacognitivo. Dentre os mais utilizados estão: estudos clínicos, observações diretas com ou sem registro em protocolos, entrevistas, questionários de autopercepção e registros escritos e verbais.

¹⁰ Parecer de Aprovação no Comitê de Ética N. 3.858.715.

A partir dessas colocações, projetamos para o presente estudo a utilização de diferentes instrumentos voltados a fornecer dados que possibilitem responder ao questionamento central do estudo. Os instrumentos utilizados foram: questionário de autopercepção aplicado no início e no final da intervenção didática (pré e pós-teste), com objetivo de avaliar o uso da consciência metacognitiva declarativa da população investigada; e, coleta de registros (escritos e verbais) produzidos pelos estudantes durante e após os encontros. A seguir fundamentamos e detalhamos cada um desses instrumentos.

4.3.1 *Questionário inicial e final*

Para avaliar como os estudantes investigados utilizam o seu pensamento metacognitivo antes e depois da intervenção, recorreremos a utilização de um questionário estruturado especificamente para o estudo, considerando a necessidade de adaptação dos existentes na literatura. Tal necessidade se revelou pertinente diante do público-alvo e contexto no qual a atividade foi realizada, bem como a especificidade de uma intervenção didática associada as estratégias metacognitiva a partir da ênfase nos seis elementos anunciados por Rosa (2011).

Ao percorrer a literatura nos deparamos com um conjunto de questionário cujas especificidades se davam em função do objetivo do estudo. No caso dos processo de intervenção didática e vinculados a avaliação de momentos pré e pós intervenção, encontramos questionários como o *Metacognitive Orientation Learning Environment Scale - Science* – MOLES-S (THOMAS, 2003), *Metacognition Baseline Questionnaire* – MBQ (ANDERSON; NASHON, 2007), *Metacognitive Awareness Inventory* – MAI (SCHRAW; DENNISON, 1994), *Constructivist Learning Environment Survey* – CLES (TAYLOR; FRASER; WHITE, 1994), o *Science Laboratory Environment Inventory* – SLEI (FRASER; GIDDINGS; MCROBBIE, 1995), entre outros.

A análise desses questionários levou a seleção do *Metacognitive Awareness Inventory* – MAI (SCHRAW; DENNISON, 1994), por trazer de forma mais explícita situações que envolvem a consciência do sujeito, além de ser aquele que melhor se aproxima do referencial teórico adotado na presente investigação, ou já, que traz elementos metacognitivo de forma explícita no questionário. Todavia, não foi possível utilizarmos esse questionário sem proceder a ajustes, uma vez que além de ser exaustivo (52 assertivas), o questionário envolve situações que se diferem das observadas no contexto de aplicação do presente estudo. Desta forma e tendo com referencial os seis elementos metacognitivos selecionados como centrais do presente estudo, procedemos a ajustes envolvendo as possíveis manifestações dos estudantes quando se

deparam com situações de aprendizagem. O Quadro 13 ilustra a relação entre os itens do questionário elaborado, o elemento e o objetivo metacognitivo correspondente.

Quadro 13 - Questionário adaptado para o estudo a partir do MAI e da ficha de observação utilizada em situação real de sala de aula.

Elemento metacognitivo	Item no questionário metacognitivo	Objetivo metacognitivo
Ao iniciar uma atividade ...		
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	Ser consciente da meta a ser alcançada.
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	Identificar suas próprias características em relação ao conhecimento envolvido na atividade.
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	Estabelecer comparações como forma de avaliar os próprios conhecimentos.
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	Buscar experiências anteriores como subsídio para avaliar a nova demanda.
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	Identificar os conhecimentos e limitações sobre a tarefa.
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	Analisar a tarefa em termos do que é necessário para sua execução.
Estratégias	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	Avaliar os caminhos a serem percorridos.
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	Identificar possibilidades de caminhos a serem percorridos.
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	Mapear as ações necessárias para lograr êxito na atividade.
Ao executar uma atividade ...		
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	Projetar o percurso a ser executado.
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	Organizar as ações.
	12. Esquematizo minhas ações.	Estruturar as ações.
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	Verificar o percurso em prol do objetivo.
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	Ter consciência do objetivo, avaliando-o frente ao que está sendo realizado.
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	Avaliar as decisões tomadas e o andamento da atividade.
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	Avaliar os resultados alcançados.
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	Refletir sobre as escolhas e percurso executado.
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	Estabelecer comparações entre procedimentos e resultados.

Fonte: Autora, 2019.

Os itens apresentados no quadro foram estruturados na forma de assertivas em um questionário envolvendo o uso de escala Likert, como apresentado no Apêndice A e foram aplicadas nas etapas pré e pós intervenção. Em termos dos objetivos anunciados no quadro, mencionamos que eles tomaram por referência a descrição dos elementos apresentados no

segundo capítulo e podem ser definidos como aqueles que subsidiam as estratégias metacognitivas a serem utilizadas no decorrer dos encontros. Ou seja, as ações didáticas voltam-se a contemplar tais objetivos de modo que ao final possamos avaliar a eficácia do uso dessas estratégias na intensidade com que os estudantes declaram contemplá-la durante as atividades realizadas. Em outras palavras, os objetivos anunciados no quadro são os que guiaram a estruturação das atividades metacognitivas utilizadas no estudo.

4.3.2 Registros escritos e verbais

Além do questionário mencionado, buscamos subsídio nos materiais e relatos verbais produzidos pelos alunos durante e logo após os encontros. Esses materiais correspondem aos registros escritos e verbais produzidos pelos estudantes nos encontros e captados pela gravação de áudio e vídeo ou mesmos pelos registros de imagens enviados juntamente com os áudios após os encontros.

A respeito desses registros escritos, tivemos a limitação de que as atividades foram realizadas de forma síncrona e remota o que dificultou a entrega dos materiais, todavia, os estudantes utilizaram o recurso de fotografar e enviar via WhatsApp essas produções. Com relação aos registros em vídeos, destacamos que todos os encontros foram gravados utilizando o recurso de gravação do *Google Meet*. Além disso, os alunos utilizaram o WhatsApp para ao final dos encontros, enviar os áudios solicitados pela pesquisadora e referente as atividades realizadas em cada encontro – um exercício de reflexão metacognitiva.

Com relação a esse registro de videogravação e dos áudios que caracteriza o registro verbal, tomamos por referência o mencionado por Garcez, Duarte e Eisenberg (2011) de que as videogravações representam uma das possibilidades de produzir registros confiáveis do trabalho de campo, e também, de produzir materiais empíricos válidos. Os autores, baseados em suas experiências com essa forma de produção de materiais e na de outros estudos que também corroboram o uso dessa ferramenta, colocam que o seu uso permite ao investigador observar aspectos que vão além da escrita ou da fala, como por exemplo, as expressões corporais, faciais e verbais, as reações dos sujeitos frente a uma atividade proposta ou a sua participação em um grupo, que por vezes podem passar despercebidas pelo pesquisador por estar focado em outros detalhes. Embora os estudantes tenham optado na maioria das vezes, por manter suas câmeras desligadas, ainda sim foi possível pela entonação de voz ou mesmo pela participação durante as atividades, captar aspectos relacionado ao mencionado por Garcez, Duarte e Eisenberg (2011).

4.4 Relato da intervenção didática

O apresentado até o momento apontou que o foco da investigação está voltado à análise do processo de intervenção didática, que se caracterizou por verificar se a utilização de estratégias metacognitivas permite que os estudantes se tornem mais conscientes a respeito do seu próprio conhecimento e com isso se revelam aptos a controlar e autorregular suas ações. Para tanto, desenvolvemos um conjunto de atividades apoiadas no uso dessas estratégias e que foram expressas pelo uso de questionamentos metacognitivos, acrescidos de momentos de reflexão oportunizadas ao final de cada encontro. As atividades foram desenhadas de modo a favorecer que os estudantes ativassem o pensamento metacognitivo, seguindo o anunciado por Monereo (2001), de que a explicitação sobre o seu uso enquanto estratégia didática, deve estar associada aos conteúdos curriculares, de modo que ao abordar esses conteúdos, os estudantes já tenham contato com esse modo de pensar. Portanto, no transcorrer das atividades desenvolvidas e que relatamos nessa seção, o foco esteve em oportunizar que os estudantes ativassem o pensamento metacognitivo e com isso se tornassem mais conscientes sobre seus próprios processo de aprendizagem sendo capaz de autorregular-se.

A intervenção foi realizada de forma paralela as aulas do componente curricular Física, estruturada em um conjunto de seis encontros e abordou o conteúdo de Hidrostática. Deste modo, os estudantes selecionados para o estudo participaram dos dois momentos, que envolvia as atividades com a turma regular – dois períodos de Física semanalmente, e das atividades em horário extraclasse – duas horas semanais em turno alternativo. Todas realizadas de forma remota síncrona. Durante os encontros da intervenção didática foram utilizadas atividades especificamente orientadas pelas estratégias metacognitivas mencionadas no parágrafo anterior. A pesquisadora que é a própria professora da turma, optou por utilizar nesta intervenção específica atividades distintas das realizadas com a turma regular, embora seguindo o mesmo conteúdo.

O Quadro 14 apresenta os tópicos contemplado no conteúdo de Hidrostática e tema do presente estudo.

Quadro 14 - Lista dos tópicos contemplado no estudo.

Tópicos contemplados no estudo da Hidrostática
1. Densidade.
2. Pressão nos corpos sólidos.
3. Teorema de <i>Stevin</i> e a pressão nos líquidos.
4. Pressão Atmosférica.
5. Princípio de Arquimedes – Força de Empuxo.

Fonte: Autora, 2019.

Para abordar os tópicos anunciados, utilizamos resolução de problemas, atividades experimentais e leitura de textos científicos, seguindo o utilizado nos ensaios relatados no capítulo anterior. Todavia, para esse momento reformulamos as atividades anteriormente desenvolvidas, de modo a utilizar itens especificamente orientados a ativação do pensamento metacognitivo, como descrevemos no relato dos encontros e que pode ser visualizado em seu conjunto no Apêndice F, estruturado na forma de material de apoio aos professores. Essas atividades foram planejadas buscando atender aos objetivos anunciados no Quadro 13 e estiveram voltadas a ativação do pensamento metacognitivo que segundo Hattie (2009; 2012), interferem positivamente na aprendizagem. Sobre essa relação entre a ativação do pensamento metacognitivo e o aprimoramento da aprendizagem, lembramos o apresentado na Introdução e considerado ponto de partida deste estudo, que o uso do pensamento metacognitivo pode levar os estudantes a lograr mais êxito em suas atividades de aprendizagem. Essa relação parte de estudos como o desenvolvido por Chi, Glaser e Rees (1982), entre outros e mencionados no terceiro capítulo ao mostrarem que o uso do pensamento metacognitivo, mesmo que de forma não intencional, é o diferencial entre os alunos considerados *experts* em Física em relação ao denominados de “novatos”. Por *experts*, como já explicitado, a literatura especializada da área denomina aqueles que apresentam facilidade de aprendizagem em Física e por “novatos” aqueles que apresentam dificuldades na compreensão dessa ciência.

Cada encontro contou com um conjunto de atividades e cada uma apresentava um conjunto de objetivos de natureza metacognitivo que estavam privilegiados na atividade e, por conseguinte, no encontro. Dessa forma, temos os encontros 1, 2, 3, 4 e 5 apresentando as atividades desenvolvidas e quais os elementos e aspectos metacognitivos favorecidos na atividade. Esses aspectos foram elaborados a partir do referencial teórico e estão em consonância com as assertivas do questionário aplicado nas etapas anterior e posterior a intervenção (pré e pós-teste). Tais aspectos constituem a “Ficha dos elementos metacognitivos” e estão anexadas a proposta de atividades desenvolvidas em cada um dos encontros.

A seguir relatamos os encontros iniciando pelo encontro zero – apresentação da proposta - e finalizando com o encontro 6 – avaliação das atividades. Para esse relato utilizamos as videograções dos encontros e os registros no diário de bordo da pesquisadora que é professora da turma.

4.4.1 Encontro zero

O encontro zero (31/07/2020) foi destinado a realização de uma conversa com os estudantes, para esclarecimento de como ocorreriam as atividades, incluindo a organização de um cronograma e a aplicação do questionário na forma de um pré-teste (Apêndice A). A concretização do encontro ocorreu de forma virtual por meio da plataforma *Google Meet*.

Inicialmente, os estudantes foram questionados sobre a sua relação com a disciplina de Física, considerando tanto o momento anterior as atividades remotas, como o atual, especialmente em virtude de as atividades estarem sendo realizadas via plataforma virtual. Em seus relatos, destacaram que gostam de Física e a acham instigante, no entanto, a consideram difícil de ser compreendida, especialmente quando precisam recorrer a Matemática para a resolução de uma atividade. O sentimento de dificuldade de compreensão e a utilização da Matemática geram uma certa insegurança, levando eles a acreditarem que não são capazes de aprender Física. No que se refere ao ensino remoto, os estudantes relataram que essas dificuldades acabaram por aumentar. Eles colocaram que em um primeiro momento estavam recebendo as atividades via telefone, sem um contato maior com o professor ou com os colegas. Isso dificultava o entendimento do conteúdo e de como realizar as atividades propostas. Com a utilização das Plataformas *Google Meet* e *Google* sala de aula, essas dificuldades diminuíram, pois passaram a ter a possibilidade de tirar dúvidas e acompanhar as explicações do professor nas aulas síncronas.

Além disso, os estudantes relataram outras dificuldades enfrentadas, que não estão relacionadas diretamente com a disciplina de Física, mas que eram relevantes para a aplicação da proposta do presente estudo. Dentre estas, estavam o acesso à internet e a organização dos estudos no contexto de casa. Nos relatos fornecidos, os estudantes colocaram que apesar de possuírem internet em casa, às vezes tinham problemas de conexão, e acabavam por não poder participar das aulas síncronas. Dois alunos colocaram que procuravam não ligar a câmera e/ou o microfone porque havia barulho e movimentação da família na casa. Um dos alunos mencionou que era responsável por cuidar do irmão menor e por isso precisava em alguns momentos fazer esse atendimento e se ausentar das atividades remotas síncronas.

No momento seguinte, foi apresentada, aos estudantes a proposta de atividade para este estudo e como eles ocorreriam. Foi exposto aos alunos que seriam realizados seis encontros extraclasse, todos de forma remota síncrona utilizando a plataforma *Google Meet* e com duração aproximada de duas horas. Mencionamos que as atividades a serem desenvolvidas se referiam a resolução de problemas, atividades experimentais e leitura e compreensão de textos científicos

utilizando estratégias metacognitivas. Nesse momento, ressaltamos a importância da assiduidade, da participação e do comprometimento, tendo em vista que o grupo era pequeno e no caso de algum aluno ter um compromisso no dia do encontro, teríamos de transferir o encontro para outro dia que todos pudessem participar. Depois dessas orientações foi aberto um espaço para que os alunos pudessem tirar as suas dúvidas e avaliar se poderiam ou não participar. Todos manifestaram interesse e a possibilidade de participar das atividades e do estudo proposto. Diante disso, foi combinado que seria encaminhado por e-mail o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, aos responsáveis para a assinatura da concordância em participar das atividades/estudo e aos alunos encaminhamos o Termo de Assentimento Livre Esclarecido – TALE. Esses deveriam ser assinados e encaminhados a pesquisadora por e-mail ou WhatsApp. Na sequência, ficou acordado a organização de um grupo no WhatsApp para uma comunicação mais rápida e eficiente, assim como um cronograma das atividades a serem desenvolvidas.

Após o momento de apresentação e combinados, passamos a aplicação do questionário pré-teste organizado no *Google Formulário*. Os alunos foram orientados a acessar o link disponibilizado no *chat* e a responder cuidadosamente as questões propostas no questionário. Salientou-se que não se tratavam de questões de conteúdo específicos de Física, mas de ações realizadas por eles diante de atividades de aprendizagem e que em caso de dúvidas deveriam pedir auxílio.

Antes da finalização do encontro, foi realizada uma apresentação na qual abordamos o que são estratégias metacognitivas e sua relação com a Física. O objetivo dessa apresentação estava em trazer algumas reflexões a respeito das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de diferentes atividades. Instigamos os mesmos a pensarem de forma estratégica, considerando que a resolução de um problema de Física pode ser entendida como um jogo. Destacamos ao longo das discussões que na resolução de um problema de Física geralmente aparecem as dúvidas sobre por onde começar, quais dados são importantes, qual fórmula utilizar entre outros. Já em um jogo, antes de iniciar buscamos identificar quais são os objetivos, as regras, as habilidades que o jogador deve possuir e as estratégias que podem ser desenvolvidas. Depois dessa reflexão inicial, a apresentação abordou o que é uma estratégia metacognitiva, a necessidade de elaboração de um plano diante da resolução de um problema, o monitoramento do seu progresso e a sua avaliação.

Reflexões e percepções da pesquisadora relativa a esse encontro inicial: Esse primeiro contato foi bastante importante para delinear o desenvolvimento dos demais. Inicialmente, as atividades foram planejadas considerando um contexto presencial, o qual seria possível a

manipulação de materiais, o desenvolvimento de atividades em grupo e a observação de reações e conversas entre os estudantes. No novo contexto, de forma remota, adaptações precisavam ser feitas visto que algumas atividades não poderiam ser realizadas conforme foram planejadas. Diante disso, e considerando o relato trazido pelos estudantes, optamos por realizar as atividades de forma individual com momentos compartilhados entre o grupo. Também, organizamos uma pastinha para cada aluno com um material impresso das atividades e alguns materiais necessários as atividades experimentais, para que eles pudessem manipular e realizar as tarefas em suas casas, enquanto acompanhavam a aula virtual. Para registrar as interações, reações e diálogos promovidos pelos alunos optamos por utilizar gravações de todos os encontros realizados pela plataforma do *Google Meet*. Além disso, ficou acordado que individualmente eles enviariam áudios relatando o assunto abordado no encontro, uma avaliação sobre o que fora realizado, como foi realizado, se tinha dado certo ou errado e o que poderia ter sido feito diferente – uma reflexão com características metacognitivas. Esse áudio, assim como o registro realizado no material impresso seria encaminhado via WhatsApp no grupo ou diretamente à professora.

4.4.2 Encontro 1

No primeiro encontro (7/08/2020), a aula teve início com uma breve retomada do conceito de densidade desenvolvido na aula regular¹¹, para que posteriormente fosse abordado na resolução de problemas, recorrendo-se as estratégias metacognitivas. Para a realização dessa retomada foram apresentadas algumas imagens (Figura 14) e levantados alguns questionamentos, tais como: *para que uma pessoa consiga boiar na água o que deve fazer? Como um navio que pesa toneladas consegue flutuar na água? Por que o bloco afunda no copo de água?* A partir dessa discussão inicial, foi abordado o conceito de densidade, a relação entre a massa de um corpo e o seu volume, e lembrado a fórmula matemática que permite a determinação da densidade de um corpo. Salientamos que esse momento tinha apenas por objetivo retomar o conceito e resgatar os conhecimentos prévios dos alunos.

¹¹ Por aula regular denominamos as atividades desenvolvidas durante as aulas com toda a turma.

Figura 14 - Imagens abordando o conceito de densidade.



Fonte: Imagens pesquisadas na internet, 2020.

Na continuidade, passamos a resolução dos problemas propostos para o Encontro 1 (Apêndice B), o qual estava constituído por quatro problemas: dois problemas voltados ao conceito de densidade e dois com ênfase a parte matemático. Além disso, estavam previstos mais dois problemas, sendo que um deles solicitava aos alunos que reelaborassem o enunciado de um problema já realizado em aula. A resolução desses dois problemas era tarefa de casa.

Dos problemas realizados neste encontro temos que o primeiro “Explorando o fenômeno Físico” apresentado no Quadro 15, envolvia a relação da temperatura e a densidade de um líquido. O objetivo estava em fazer o aluno perceber que o aumento do volume, ocasionado pelo aumento da temperatura, diminuía a densidade. Junto do problema, havia uma série de questionamento que o aluno deveria ir respondendo a fim de chegar a sua resolução. Por se tratar do primeiro problema, e também, o primeiro contato com as estratégias metacognitivas, procuramos responder os questionamentos junto com os alunos de forma pausada, com momentos para reflexão e compreensão do que estava sendo realizado. Para isso, foi utilizada uma apresentação dentro de uma plataforma on-line denominada *Nearpod*¹², a qual permitia a

¹² Trata-se de uma plataforma online, lançada pela empresa *Nearpod*, em 2012 nos Estados Unidos, que possibilita aos professores a criação, customização e compartilhamento de apresentações interativas com os estudantes por meio de computadores, tablets e smartphones. Possui uma versão gratuita para professores, que embora limitada a algumas funcionalidades, ainda permite a utilização de várias ferramentas que podem ser usadas em tempo real ou de forma assíncrona com os alunos. Disponível em: <<https://nearpod.com/>>.

interação dos alunos com essa apresentação. Também, foi solicitado que os alunos fizessem uso do material impresso para realizar as anotações das respostas aos questionamentos.

Quadro 15 - Problema explorando o fenômeno físico.

1. Ao aquecermos o leite em um recipiente sobre a chama de um fogão, percebemos que em seu interior formam-se correntes de convecção (movimento de deslocamento do leite dentro do recipiente). Isso ocorre porque há uma relação direta entre o aquecimento (aumento da temperatura) e a expansão do leite (aumento de volume). Essa mesma situação pode ser analisada sob o ponto de vista da densidade do leite. Vamos a ela ...

Fonte: Dados do estudo, 2020.

Inicialmente, apresentamos aos alunos uma imagem de um caneco com leite transbordando sobre um fogão, e questionamos se esta situação já havia sido presenciada por eles. A seguir, realizamos a leitura do problema discutindo a formação das correntes de convecção (ainda que não fosse esse o tema do encontro) e a relação existente entre o volume e a temperatura. Considerando a situação apresentada no problema, os alunos foram instigados a pensar o que isso teria de relação com o conceito de densidade, e como eles resolveriam esse problema. Retomando a discussão do encontro anterior, foi mencionado que havia a necessidade de recorrer a uma estratégia para a resolução do problema, e para isso, os questionamentos propostos logo abaixo tinham por objetivo guiá-los na aplicação dessa estratégia. Então, na sequência passamos aos questionamentos, os quais os alunos verbalizavam as respostas e interagiam com a apresentação, e também, anotavam no seu material o que julgavam necessário. Em cada um dos questionamentos primamos por oportunizadas paradas e a busca por compreender o que a resposta dada contribuía para a resolução do problema. Foi ressaltado que não existia resposta certa ou errada, e que, portanto, deveriam ser sinceros ao responder.

A fim de exemplificar, mencionamos o primeiro questionamento: *A situação-problema descrita já havia sido percebida por você? Que outros exemplos você pode relatar?* A primeira parte da pergunta já havia sido respondida pelos alunos anteriormente, mas para registrar e relacionar com outros exemplos isso foi retomado. Na continuidade, perguntamos: *Você lembra quais são as grandezas físicas que estão envolvidas no estudo da densidade? Registre-as.* Para responder essa pergunta, destacamos que no início do encontro as grandezas físicas tiveram que ser retomadas, particularmente em virtude das algumas dificuldades apresentadas por alguns alunos. Nesse sentido, foi necessário esclarecer o entendimento de uma grandeza física e retomar alguns exemplos para esclarecer. A seguir, realizamos a seguinte pergunta: *Como essas grandezas estão relacionadas entre si matematicamente (fórmula)?* Para responder a essa questão, foi incluído um mural, no qual cada aluno deveria compartilhar a sua resposta, a fim

de comparar com as dos colegas. Após a apresentação, eles entraram em um consenso de qual seria a fórmula da densidade, e fizeram a anotação no seu material.

O questionamento seguinte, solicitava que os alunos identificassem quais eram as grandezas apresentadas no problema, e como estavam relacionadas com a densidade. Nesse momento, os alunos foram orientados de forma individual a fazer novamente a leitura do problema, utilizando o seu material e, posteriormente, o registro da sua resposta. As respostas não foram compartilhadas, mas os alunos foram incentivados a comentar de que modo percebiam as contribuições das respostas anteriores a essa questão. Na sequência, foi proposto a construção de um esquema (desenho) da situação ilustrada no problema, no caso, o movimento do leite ocasionado pelo aquecimento na parte inferior. Para isso, foi solicitado que os alunos primeiro tentassem imaginar como seria esse desenho e como representariam as grandezas identificadas anteriormente, e só depois disso fizessem o registro. Depois de concluir o desenho, cada aluno compartilhou o mesmo na apresentação e fez uma pequena explicação do que estava sendo representado.

Na continuidade, apresentamos as demais questões e os alunos faziam seus registros no material, sem o compartilhamento das respostas. Com a resolução do problema, foi apresentado aos alunos uma imagem ilustrando as correntes de convecção, geradas em uma sala fechada com um ar condicionado ligado. Essa imagem enfatizava que a direção do ar frio era para baixo, enquanto que a do ar quente era para cima. Por um instante, os alunos deveriam observar essa nova situação e avaliar se conseguiam perceber a relação com o que foi analisado na anterior, sob a perspectiva do conceito de densidade. A fim de auxiliar os alunos e encorajá-los a verbalizar as suas respostas, foram feitos alguns questionamentos, tais como: *o ar condicionado está na parte superior ou inferior da sala? Em uma geladeira, geralmente o congelador, que é a parte mais fria, está na parte superior ou inferior? E se fosse um aquecedor? Por que será que o ar frio apresenta uma densidade maior?*

Com a finalização desse primeiro momento, passamos ao segundo problema “Explorando o cálculo de densidade” apresentado no Quadro 16, o qual tinha por objetivo trabalhar a relação matemática entre as grandezas massa e volume, e a sua influência nas diferentes densidades apresentadas pelas substâncias. Na situação, foi proposto que dois líquidos imiscíveis seriam misturados, sendo um conhecido, no caso a água, e o outro desconhecido, sobre o qual eram fornecidas informações a respeito da massa e do volume. Diante disso, perguntava-se se o líquido desconhecido ficaria na parte superior ou inferior do recipiente. Assim, como no problema anterior, havia uma série de questionamentos a fim de guiar os alunos na sua resolução.

Quadro 16 - Explorando o cálculo de densidade.

Temos dois líquidos imiscíveis (que não se misturam), sendo um deles a água cuja densidade é 1g/cm^3 , e outro com densidade desconhecida. Desse líquido desconhecido sabemos que 30g ocupam um volume de 50 ml. Com essas informações podemos dizer que, ao serem ambos colocados em um mesmo recipiente, o líquido de densidade desconhecida ficará na parte superior ou inferior do recipiente? Para responder a essa pergunta vamos refletir um pouco...

Fonte: Dados do estudo, 2020.

Para esta nova situação, foi realizado a projeção do problema e solicitado que um aluno fizesse a leitura, enquanto os demais fariam o acompanhamento pela tela ou pelo material. Após a leitura inicial, foi discutido o que era um líquido imiscível, o valor da densidade da água, e algumas perguntas levantadas pela professora, dentre as quais estavam: *esse problema é semelhante ao que foi realizado anteriormente? O que seria diferente do problema anterior? Será que a forma de resolução adotada no outro problema serve para esta? Nessa primeira leitura, parece que o problema é mais fácil ou difícil?* A seguir, passamos aos questionamentos e em caso de dúvidas, deveriam solicitar explicações. As respostas foram anotadas no material. Em certos momentos, algumas respostas eram compartilhadas de forma verbal pelos alunos, e em outros, eles apenas respondiam no material. Como fechamento, eles expuseram as suas respostas finais ao problema e fizeram comparações entre si a respeito desses resultados.

Considerando que esse foi o primeiro momento em que os estudantes estavam realizando resolução de problemas em Física de forma dialogada com vários questionamentos e podemos interagir com seus colegas, o encontro foi encerrado dentro do tempo previsto, mas sem a realização de todos os problemas previstos. Como tarefa de casa ficaram aqueles dois problemas mencionados anteriormente bem como a gravação de um em que os estudantes relatassem as atividades desenvolvidas no encontro e descrevessem de forma escrita e em itens os passos realizados para a resolução dos dois problemas.

Reflexões e percepções da pesquisadora relativas ao primeiro encontro: O primeiro encontro foi permeado por muitas dúvidas e expectativas quanto ao desenvolvimento das atividades de forma virtual. Embora, no encontro “zero” já havia sido possível identificar elementos importantes para a organização e condução das atividades, ainda não se sabia a respeito da interação dos alunos na aula virtual e com o material impresso. Após a realização desse encontro, novos elementos foram identificados e houve a necessidade de ajustes no desenvolvimento das atividades. Verificamos, por exemplo, que de modo geral, os alunos não apresentaram dificuldades em realizar as atividades fazendo o acompanhamento virtual e manuseio do material impresso. No entanto, quando foi utilizada uma ferramenta de interação junto do *Google Meet* os alunos tiveram dificuldade de acesso em virtude da internet. Também,

foi observado que a resolução de dois problemas por encontro seria o ideal, pois virtualmente o processo se tornou mais demorado, e alguns alunos levavam mais tempo para desenvolver a atividade. Outra observação importante desse encontro diz respeito a interação com a professora e entre os alunos durante a realização das atividades. Os alunos mantiveram a maior parte do tempo as câmeras desligadas, mas conseguiram interagir muito bem pelo microfone e pelo *chat*.

4.4.3 Encontro 2

No segundo encontro (14/08/2020), propomos uma atividade experimental abordando o conceito de Pressão e denominada “Brincando com a pressão – Atividade experimental” (Apêndice C). Essa atividade consistia da realização de um experimento por parte dos alunos, cujo o objetivo estava em determinar a pressão exercida pelo seu corpo sobre o solo e analisar a relação existente entre a área de contato e a pressão exercida. A atividade estava organizada de modo a oferecer instruções aos alunos, procurando instigá-los com questionamentos e reflexões sobre o que estava sendo desenvolvido para se atingir o objetivo. Ao final, a atividade trazia também a proposta de uma segunda atividade experimental que os alunos deveriam realizar como tarefa de casa. Assim como no encontro anterior, os alunos verbalizavam as respostas durante o desenvolvimento de algumas etapas e questionamentos, analisaram os resultados que foram compartilhados entre eles e realizaram as anotações no seu material.

Para iniciar, o primeiro passo da atividade solicitava que os alunos analisassem um conjunto de imagens (Figura 16) e relatassem as suas experiências a respeito do que estava sendo mostrado. Na proposta os alunos foram provocados a pensar sobre como seria a marca deixada na areia pelo salto masculino e pelo feminino, sobre dificuldades de se andar com um salto fino, e o porquê uma pessoa ao caminhar sobre uma cama de pregos não tem os pés perfurados, mas se pisar em apenas um prego irá se machucar. A fim de complementar a discussão, realizamos alguns questionamentos, tais como: *Já perceberam que quando vocês vão fazer uma injeção a agulha da seringa é bem fina? Porque devemos afiar uma faca para que ela corte melhor? Quando seguramos um lápis entre os dedos, porque sentimos dor na ponta? Se apertarmos mais forte sentiremos mais dor, porquê?*

Figura 15 - Conjunto de imagens sobre pressão.



Fonte: Imagens pesquisadas na internet, 2020.

Após essa discussão inicial, foi compartilhado com os alunos um quadro do *google Jamboard*, e solicitado que eles adicionassem um *post-it* sobre o que seria o conceito de pressão, mediante as situações vistas anteriormente. As respostas apresentadas pelos alunos (Figura 17) foram discutidas, e eles chegaram ao consenso de que a pressão poderia ser definida como uma força aplicada sobre um objeto, à qual dependida também, da área em contato. É importante salientar, que foi preciso mediar a discussão para que os alunos pudessem perceber a relação existente entre a força e a área de contato, pois todos acabaram associando a pressão apenas a uma força aplicada.

Figura 16 - Respostas dadas pelos alunos ao conceito de pressão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No segundo e terceiro passo, os alunos realizaram o registro no seu material sobre o conceito de pressão, e de modo a complementar anotaram a fórmula matemática vista na aula regular para a determinação da pressão, assim como as unidades de cada grandeza. Alguns alunos não lembravam da fórmula e nem das unidades, então foi necessário orientar que eles buscassem no caderno ou fizessem uma pesquisa na internet. Depois que todos realizaram esse registro, o terceiro passo solicitava que os alunos avaliassem quais seriam as dificuldades que teriam sobre esse assunto, e as compartilhassem com os colegas. Para que pudessem perceber quais seriam essas dificuldades, foi solicitado que eles retomassem o objetivo da atividade e avaliassem como se sentiam na realização de uma atividade experimental e sobre o assunto abordado. Diante de dúvidas apresentadas pelos alunos, utilizamos exemplos como: *Não tenho facilidade em manipular equipamentos e fazer medidas; tenho dificuldade em realizar cálculos e saber quais unidades utilizar; não compreendi o conteúdo, não sei a fórmula.*

No quinto passo, os alunos foram convidados a fazer um experimento cujo o objetivo estava em perceber a relação entre a pressão que uma pessoa exerce sobre uma superfície (chão) e a área de contato dos pés. Para isso, solicitamos que os alunos se levantassem de pé, e por um instante mantivessem o apoio sobre os dois pés. A fim de ilustrar, realizamos a atividade junto com os alunos, e os que puderam, ligaram as suas câmeras. Em pé, os alunos foram encorajados a comentar a sensação de equilíbrio que estavam sentindo. A seguir, orientamos que ficassem apoiado sobre apenas um pé, e comentassem a sensação. E, para finalizar o experimento, foi solicitado que eles se apoiassem sobre a ponta de apenas um pé, imitando a posição de uma bailarina. Para esta última posição, foram realizados questionamentos, tais como: *Foi fácil de fazer? Todo mundo conseguiu fazer? Por que é tão difícil ficar na ponta do pé?*

Na continuidade, passamos ao sexto passo o qual compreendia alguns questionamentos, como: *Nas situações descritas, a força variou ou foi a mesma para todas elas? Que força foi aplicada sobre o solo?; de que forma estão relacionadas pressão e área de contato? No exemplo mencionado anteriormente qual foi a situação de maior pressão?* As respostas a esses questionamentos foram registradas pelos alunos no material, sem o compartilhamento com o grupo. No passo sete, os alunos foram estimulados a pensar em grupo como poderiam calcular o seu peso, a área de contato do pé com o solo nas situações realizadas no experimento e determinar os valores de pressão nessas situações. Para auxiliar os alunos a pensarem em como fariam a atividade, procedemos a algumas indagações, tais como: *O que medimos na balança é o peso segundo a Física? O que tem a ver com a força gravitacional? Como calculamos a área? Depende da figura geométrica? Quais figuras geométricas vocês sabem calcular a área?*

Após a discussão no grupo, os alunos realizaram a anotação no material e destacaram o que iriam precisar fazer para atingir o objetivo da atividade e quais os conhecimentos necessários.

No oitavo passo, foi solicitado que os alunos calculassem as áreas para cada uma das situações. Para isso, foi fornecida uma dica que envolvia a utilização de um barbante em torno do pé, e posteriormente, a construção de uma figura geométrica conhecida para o cálculo da área. A professora realizou de forma demonstrativa como deveria ser realizado o contorno, e orientou os alunos a desenharem a sua figura geométrica com o barbante. A figura a ser desenhada ficava a escolha do aluno, e logo após o seu desenho, eles deveriam proceder as medidas necessárias para o cálculo da área. No material, foi solicitado que os alunos fizessem a representação da sua figura com as medidas efetuadas e calculassem a respectiva área. Alguns alunos apresentaram dificuldades para escolher a figura geométrica e fazer as medidas, sendo necessária uma intervenção. Ainda, nesse passo, orientamos os alunos a calcular a área de dois pés e da ponta de um pé, de modo a completar a tabela apresentada no material (Figura 18).

Já na sequência, o nono passo solicitava que os alunos realizassem a determinação da sua força-peso, e fizessem o registro no material. Sem compartilhar as respostas nesse momento, os alunos calcularam a sua força-peso sem dificuldades, pois lembravam dessa parte do conteúdo do ano anterior. Após esse cálculo, projetamos a tabela (Figura 18) presente no passo dez do material, em que os alunos deveriam preenchê-la usando os resultados obtidos anteriormente. Antes dos alunos realizarem o preenchimento, foram orientados a pensar se a força-peso sofreria alteração se estivessem sobre um pé ou na ponta do pé. Na verbalização das respostas, alguns alunos mencionaram que haveria sim alteração, uma vez que ao fazer o experimento sentiram dor no pé e falta de equilíbrio, e que isto estaria relacionado com a mudança na força exercida pelos pés. Diante dessas respostas perguntamos aos alunos se ao subir sobre uma balança a massa de uma pessoa seria alterada se um dos pés fosse levantado. Embora houvesse dúvidas, alguns alunos demonstraram acreditar que neste caso não haveria mudança, a massa registrada seria a mesma. Para verificar se de fato não haveria mudança, um dos alunos que possuía balança em casa se propôs a fazer um teste, e compartilhar com os colegas. Depois de uma breve discussão sobre os resultados do teste do colega, os alunos entraram em consenso de que a força-peso não era alterada.

Figura 17 - Tabela relativa a atividade do Encontro 2.

	Força-peso (N)	Área (m²)	Pressão (N/m²)
2 pés			
1 pé			
½ pé			

Fonte: Dados do estudo, 2020.

Na continuação do preenchimento da tabela, na coluna da área, os alunos perceberam que a unidade que utilizaram para calcular anteriormente não era a mesma que constava na tabela. Alguns se mostraram apreensivos, pois não sabiam como realizar a conversão dessa unidade sendo necessário que a professora auxiliasse nesse momento. Com os dados anotados na tabela, individualmente, cada aluno realizou o cálculo da pressão para as três situações. A fim de comparar os resultados encontrados, todos os alunos compartilharam os valores das pressões encontradas, e a professora anotou na tabela. Ao olhar as respostas dos colegas, alguns alunos perceberam que a sua resposta tinha apresentado valores muito pequenos, e isso gerou dúvidas se o valor a ser encontrado seria grande ou pequeno. Então, a professora pediu aos alunos que revissem os seus cálculos, prestando atenção ao digitar os dados na calculadora.

Depois de revisados e anotados os resultados, os alunos foram orientados a realizarem os passos seguintes. Nesses passos, os alunos deveriam analisar a relação entre a área de contato e a pressão considerando os resultados obtidos, avaliar se o objetivo foi alcançado e refletir sobre a possibilidade de haver outra forma de realizar a atividade. Além disso, no último passo haviam alguns questionamentos, a fim de realizar um fechamento da atividade. As anotações realizadas pelos alunos não foram compartilhadas, mas foi pedido que eles colocassem a sua satisfação frente aos resultados, se acreditavam ter alcançado o objetivo e realizado a atividade de maneira correta.

Como finalização do encontro, os alunos foram lembrados do encaminhamento dos registros realizados no material e da gravação do áudio que deveriam fazer com o relato do encontro, e enviá-lo por WhatsApp. Salientamos que a atividade experimental prevista como tarefa de casa não foi proposta aos alunos, pois eles estavam realizando avaliações finais do primeiro período letivo da escola, e não teriam tempo para realizar a atividade.

Reflexões e percepções da pesquisadora relativas ao segundo encontro: A realização do segundo encontro foi um momento mais tranquilo, em que os alunos se mostraram mais à vontade e, com uma participação intensa, tanto na realização do experimento quanto nos diálogos promovidos ao longo das etapas. Ao avaliarmos o desenvolvimento da atividade

percebemos que por tratar-se de uma atividade experimental, isso acabou por promover uma maior motivação e envolvimento dos alunos no processo. Ainda que ocorrendo de forma virtual, todos os alunos conseguiram conduzir seus experimentos de casa, e mantiveram-se concentrados na atividade apesar dela se estender um pouco mais do tempo previsto. A respeito da necessidade de ajustes, avaliamos que seria pertinente no próximo encontro realizar a atividade experimental proposta como tarefa de casa, já que ela não foi proposta aos alunos. Essa decisão foi tomada em função do período de avaliações, e também, porque o conteúdo abordado na proposta da atividade três não tinha sido abordado na aula regular.

4.4.4 Encontro 3

O terceiro encontro (21/08) foi marcado pela continuidade da atividade experimental sobre pressão proposta na atividade 2, especificamente, na proposta da tarefa de casa. Esta atividade solicitava que os alunos determinassem a pressão exercida por uma caixa de leite, considerando três posições distintas de apoio da mesma sobre uma mesa. Salienta-se, que em função do período de avaliações da escola, essa atividade foi desenvolvida com os alunos nesse encontro e não como tarefa de casa como estava previsto. Previamente, foi solicitado que os alunos providenciassem uma caixa de leite, leite condensado ou creme de leite e uma régua para o desenvolvimento da atividade.

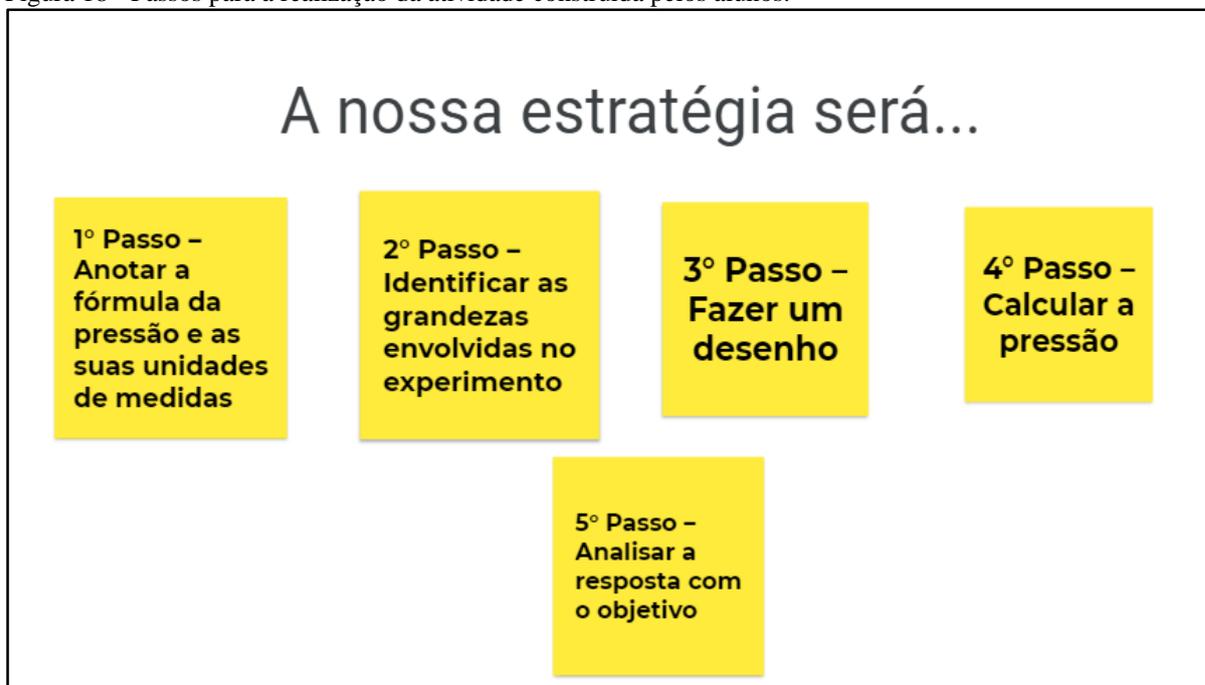
Para início da atividade, solicitamos aos alunos que pegassem o material do encontro anterior, a caixa que eles haviam providenciado para o experimento, a régua e outros materiais como canetas coloridas, folhas em branco e *post it*, e também, orientou que eles procurassem uma superfície plana para o desenvolvimento do experimento, como uma mesa ou o próprio chão. A atividade foi projetada e um dos alunos procedeu a leitura, enquanto os demais acompanhavam pelo material ou pela projeção da tela. Ao término da leitura, exemplificamos com uma caixa e as posições as quais a atividade solicitava que fosse determinado a pressão, de forma a ilustrar e esclarecer os objetivos da atividade experimental.

Na sequência, os alunos foram estimulados a verbalizar o que lembravam do experimento sobre pressão do encontro anterior. Os relatos trazidos pelos alunos foram anotados de modo que todos pudessem visualizar as contribuições. Dentre esses relatos, foram citados: *Medimos a área do nosso pé; falamos sobre a diferença da pressão exercida pelo salto masculino e feminino; a primeira coisa que fizemos foi analisar a relação da área e da pressão; fizemos cálculos sobre área e peso; pensamos nos objetivos da atividade, da fórmula e das unidades; verificamos o equilíbrio sobre os dois pés, sobre um e na ponta de um dos pés;*

calculamos a pressão; pensamos sobre nossas dificuldades nesse conteúdo; discutimos as respostas encontradas; montamos uma tabela; analisamos o mesmo experimento sendo realizado em Marte. Depois que todos os alunos expuseram as suas contribuições, solicitamos que eles colocassem em ordem o que teria sido realizado primeiro, a fim de observarem o procedimento realizado no encontro anterior.

Com a realização desse resgate, foram realizados alguns questionamentos aos alunos, entre os quais: *a estratégia que usamos na atividade anterior, ou seja, os passos que vocês descreveram, são adequados para a realização dessa atividade? Vamos precisar fazer algo diferente?* Para ajudar a responder esses questionamentos, a professora pediu que os alunos verificassem novamente qual era o objetivo da atividade. A respeito disso, um dos alunos colocou que o objetivo da atividade estava em calcular a pressão exercida por uma caixa de leite, e que por ser semelhante a atividade anterior, acreditava que poderiam ser desenvolvidos da mesma forma. Utilizando *post it* os alunos escreveram os passos que, em conjunto, definiram para a realização do experimento, conforme é apresentado na Figura 19. Foram realizadas anotações para que todos pudessem olhar na projeção.

Figura 18 - Passos para a realização da atividade construída pelos alunos.



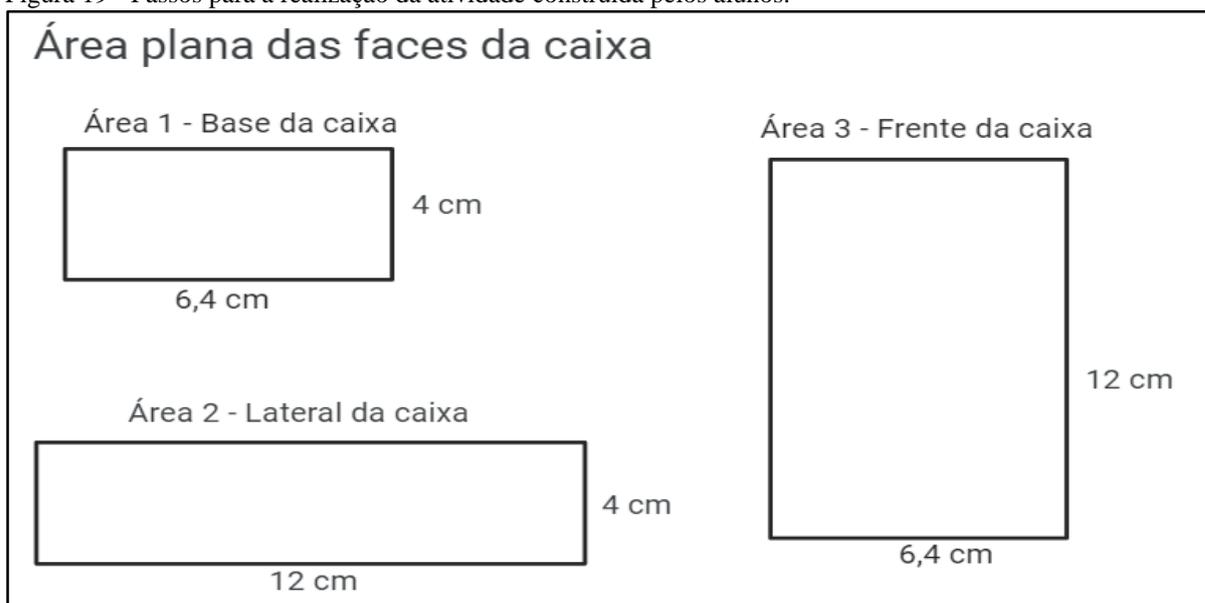
Fonte: Dados do estudo, 2020.

Com os passos definidos, os alunos foram orientados a iniciarem a atividade. O primeiro passo apontado por eles foi o de anotar a fórmula da pressão e as unidades de medida, então, a professora solicitou que fizessem essa anotação no seu material. No segundo passo, foi

necessário identificar as grandezas envolvidas no experimento. Deste modo, os alunos foram encorajados a verbalizar quais grandezas observavam na fórmula e como elas se apresentavam no experimento. Inicialmente, os alunos apresentaram dúvidas chegando a fazer uma confusão entre o volume e a área da caixa. Para auxiliar nesse processo, discutimos com eles o que compreendiam como área e volume, por meios de questionamentos, entre os quais: *como seria chamada a nossa caixa lá na Matemática? Alguém lembra dessa figura geométrica? Quando eu olho um dos lados da caixa que figura parece ser? Quantas medidas precisamos ter para determinar a área e o volume?* Depois de uma pequena discussão, os alunos entraram em um consenso que para determinar a área, precisavam medir o comprimento, a largura e a profundidade da caixa. Além disso, deveriam usar duas medidas, como por exemplo, comprimento e largura, para determinar a área da face da caixa, que se tratava de um retângulo ou de um quadrado.

Embora, os alunos tenham compreendido as medidas que deveriam fazer, ainda tinham dúvidas de como iriam calcular a área. Nesse momento, a professora solicitou que os alunos tentassem desenhar as faces da caixa, fizessem as medidas com a régua e anotassem essas medidas no desenho, já que este era um dos passos elencados para o desenvolvimento do experimento. Após um instante, perguntamos aos alunos quantas faces diferentes eles haviam encontrado, e um dos alunos mencionou que, nas medidas que havia feito, teria encontrado três faces diferentes. Para explicar a sua conclusão, pedimos ao aluno que abrisse a sua câmera e apresentasse aos colegas o desenho de cada face, destacando na caixa o que cada um representava. Ao olhar o desenho do colega, alguns alunos relataram que também tinham identificados três faces, as mesmas mostradas, porém com medidas diferentes tendo em vista que nem todas as caixas eram iguais. Um dos alunos, ainda estava com dificuldades em relacionar a face da caixa com o desenho que teria que fazer, então, foi solicitado que ele abrisse a câmera e mostrasse a sua caixa. A caixa, não era a mesma apresentada pelo colega, mas era igual à que havíamos utilizado como exemplo. Para auxiliar a sua compreensão, mostramos a caixa e na projeção fizemos um esboço de como seria a sua representação na forma de um desenho. Com essas dúvidas sanadas, na continuidade os alunos calcularam a área de cada face, usando as medidas realizadas e definiram os desenhos como área 1 – base da caixa, área 2 – área lateral da caixa e área 3 – área da frente da caixa (Figura 20), observando que as faces da caixa, embora com valores diferentes, eram as mesmas para todos.

Figura 19 - Passos para a realização da atividade construída pelos alunos.



Fonte: Dados do estudo, 2020.

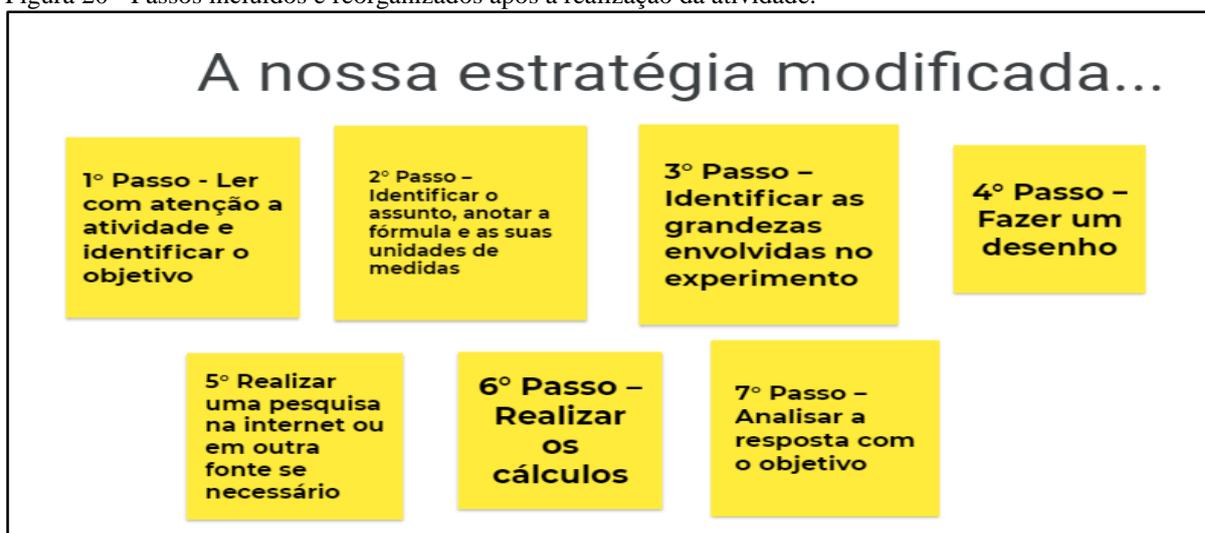
Na continuidade, questionamos se teriam concluído todos os passos destacados, e se, poderiam avançar para o quarto passo. Ao verificar a fórmula da pressão, os alunos perceberam que faltava o peso. Um dos alunos colocou que para calcular o peso era necessário multiplicar a massa do corpo pela aceleração gravitacional da Terra. Deste modo, a aceleração gravitacional era conhecida por eles, e a massa da caixa seria encontrada no rótulo. Nesse momento, pedimos que cada aluno procurasse essa informação na sua caixa e verbalizasse para anotação na projeção na tela. As respostas apresentadas sugeriam que as caixas tinham 200g, 395g e 1L. Antes dos alunos calcularem o peso, foram questionados se todos os valores encontrados nas caixas se tratavam da grandeza massa, e se as unidades estavam corretas para a determinação do peso. A respeito da massa, todos sinalizaram que estava de acordo, mas em relação a unidade tinham dúvidas, pois não lembravam qual deveria ser a unidade. Diante da certeza levantada pelos alunos a respeito da massa, questionamos se a unidade litro representava de fato massa, e um dos alunos percebeu que se tratava de volume. Com essa constatação, os alunos foram instigados a pensar como determinariam a massa, sabendo o volume. Uma das formas apontadas por eles seria usar uma balança, no entanto, nenhum dos alunos que utilizaram essa caixa tinham balança em casa. Como os alunos não identificaram outras formas de solução, a professora citou que eles poderiam pesquisar na internet, utilizar calculadoras de conversão de medidas, também na internet ou recorrer ao conceito de densidade, visto anteriormente. Com essas possibilidades, os alunos avaliaram que seria mais fácil pesquisar na internet. Sobre a

unidade, a professora lembrou que para a determinação do peso deveria ser utilizada a massa em quilogramas, sendo necessário realizar a conversão das massas que estavam em grama.

Após o cálculo do peso, os alunos concluíram que tinham todas as informações para a determinação da pressão. No entanto, antes de iniciarmos o cálculo orientamos os alunos a escreverem no seu material as hipóteses sobre a pressão exercida em cada situação. Para isso, eles foram incentivados a testar as posições de contato da caixa com uma superfície horizontal, conforme a representação nos desenhos que eles fizeram, e a refletir sobre as grandezas envolvidas, no caso área e peso. A seguir, os alunos desenvolveram os cálculos no seu material, e comparam as respostas obtidas com as suas hipóteses. Anotaram no material também, se os resultados obtidos contemplavam o objetivo da atividade, concluindo o quarto e quinto passo.

Com a finalização dos passos definidos, os alunos compartilharam os seus resultados com o grupo, onde puderam fazer comparações e expor as suas impressões a respeito do desenvolvimento da atividade. Para alimentar a discussão, pedimos que os alunos refletissem sobre a estratégia que adotaram, observando se os passos foram suficientes, se no decorrer da atividade tiveram que mudar alguma coisa, se houveram dificuldades e como poderiam organizar os passos considerando que fosse outro experimento. A respeito disso, o grupo identificou a necessidade de inserir mais alguns passos que não haviam contemplado, reorganizando, conforme é apresentado na Figura 21. As contribuições foram compartilhadas, e os alunos também acrescentaram no seu material os passos novos utilizando *post it* de outra cor para identificar a mudança.

Figura 20 - Passos incluídos e reorganizados após a realização da atividade.



Fonte: Dados do estudo, 2020.

No encerramento do encontro, como de costume, os alunos foram lembrados do encaminhamento dos registros realizados no material e da gravação do áudio fazendo um relato do encontro a ser enviado por WhatsApp. Como os alunos se mostraram curiosos a respeito da atividade do próximo encontro, salientamos que não seria uma atividade experimental, e sim a resolução de problemas, envolvendo pressão nos líquidos e pressão atmosférica. O assunto seria abordado na aula regular, mas eles poderiam pesquisar esses temas previamente.

Reflexões e percepções da pesquisadora relativas ao terceiro encontro: o terceiro encontro foi marcado por uma excelente participação e interação nos diálogos estabelecidos no desenvolvimento da atividade. Como já esperávamos, a atividade despertou interesse, curiosidade e manteve os alunos atentos ao que estavam fazendo. Isso já havia sido observado na atividade experimental anterior, em que os alunos demonstraram o mesmo comportamento. Avaliamos que esta atividade foi muito boa, pois os alunos construíram uma estratégia coletiva e avaliaram a sua pertinência no desenvolvimento do experimento. Identificamos, também, que as nossas intervenções foram menores, denotando que os alunos conseguiram desenvolver a atividade sem maiores dificuldades. No entanto, esses resultados geraram uma certa apreensão tendo-se em vista que atividade três abordaria resolução de problemas. Com base na experiência que tivemos no primeiro encontro, definimos que não seria possível contemplar todas as questões que havíamos organizado para esta atividade. Diante disso, procuramos selecionar duas questões com abordagem conceitual para trabalhar com os alunos. A escolha dessas questões levou em consideração o conteúdo abordado na aula regular, que estava caminhando em um ritmo mais lento do que estava previsto. É importante salientar que a proposta contemplava um contexto diferente, e como já mencionado, as adaptações e ajustes precisavam ser realizados à medida que surgiam as dificuldades.

4.4.5 Encontro 4

O encontro 4 (28/08/2020) corresponde a realização da atividade três vinculada a resolução de problemas envolvendo o conceito de pressão nos líquidos e a pressão atmosférica, como já havia sido anunciado anteriormente (Apêndice D). Ela previa o desenvolvimento de quatro problemas, e ao final, mais dois como tarefa de casa, abordando questões conceituais e de resolução matemática. Todavia, realizamos dois problemas e os demais em virtude do tempo não foram realizadas neste encontro. Os problemas propostos para realização no encontro continham questionamentos e indicações aos alunos para a sua resolução, como um procedimento estruturado. Considerando a necessidade de adaptação das atividades propostas

para esse encontro, optamos por contemplar os problemas três e quatro que se referiam ao conceito de pressão atmosférica. Houve uma pequena alteração no material utilizado no encontro, mas assim como nos anteriores, foram realizados momentos de verbalização das respostas dos alunos e a realização de anotações no material.

Para início, foi solicitado que os alunos buscassem no material previamente enviado a eles quatro folhas de ofício e cortassem ao meio, obtendo um total de oito partes que foram denominadas de fichas. Além disso, foi solicitado aos alunos que localizassem a atividade três do material, e separassem pinceis coloridos e *post-its* para o desenvolvimento da atividade. Após a organização do material, compartilhamos com os alunos uma tela no aplicativo *Google Jamboard* com o objetivo de fazer uma discussão inicial a respeito do conceito de pressão atmosférica. Nesta tela, os alunos interagiam colocando um *post-it* virtual respondendo ao questionamento: *pressão atmosférica, o que é?*, conforme é mostrado na Figura 22. A medida que essas respostas eram colocadas, inseríamos alguns questionamentos e provocava uma discussão entre eles, de modo que, ao final o grupo definiu uma única resposta ao que havia sido perguntado. Na finalização desta parte inicial, os alunos assistiram a um vídeo denominado “Pressão atmosférica – sentindo o peso do ar”¹³, e de forma breve, teceram alguns comentários.

Figura 21 - Quadro com as respostas apresentadas pelos alunos.



Fonte: Dados do estudo, 2020.

¹³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qSfwerurzXA>>.

Na continuidade, projetamos o problema três - Vamos falar de pressão atmosférica (Quadro 23) e um dos alunos realizou a leitura, enquanto os demais fizeram o acompanhamento pelo material ou pela tela projetada. Esse problema, trazia um pequeno trecho de um artigo sobre esportes em que era mencionado implicações da altitude para a prática esportiva. Considerando o conceito de pressão atmosférica, os alunos deveriam elaborar um argumento explicando porque o corpo humano apresentava efeitos significativos com a elevação da altitude. O objetivo estava em levar o aluno a perceber que com o aumento da altitude havia uma diminuição da massa de ar, provocando por consequência a diminuição da pressão atmosférica sobre o corpo humano.

Quadro 17 - Vamos falar de pressão atmosférica.

3. Em um artigo sobre esportes é apresentado o seguinte trecho:

“Você já deve ter ouvido falar que a altitude pode ser um problema para a prática de esportes. Quanto mais elevada, pior para a performance atlética. O coração acelera, a respiração fica ofegante, bate a sensação de tontura, náuseas e até o raciocínio fica comprometido”.

(Extraído de: encurtador.com.br/msP36)

Embora o trecho mencione apenas a altitude, sabemos que há a influência da pressão atmosférica! Não a percebemos, mas ela é bastante significativa, tanto que o nosso corpo sofre consideravelmente com as suas variações. Explique, baseado nessa relação entre a pressão atmosférica e a altitude, porque esses efeitos ocorrem no corpo humano.

Fonte: Dados do estudo, 2020.

Após a realização da leitura, foi exposto aos alunos a dinâmica que seria desenvolvida para a resolução desse problema, utilizando as fichas organizadas no início do encontro. Deste modo, foi mencionado que seriam apresentadas fichas, numeradas de um a oito, contendo questionamentos e passos para serem realizados, conforme é apresentado na Figura 24. Para cada ficha apresentada, os alunos deveriam anotar o número e realizar o que era solicitado na sua ficha utilizando pinceis ou canetas coloridas. Destacamos que as fichas foram impressas em tamanho maior do que é mostrado na figura, e elas eram apresentadas aos alunos por meio da câmera. Salientamos também que a opção pela impressão ocorreu em função de manter uma semelhança ao material manuseado pelos alunos.

Figura 22 - Fichas com os questionamentos apresentadas pelos alunos.

1 Qual é o objetivo do professor?	2 Explique o problema
3 Analise a explicação do colega	4 Como posso resolver o problema? (Estratégias)
5 Organize um plano	6 Avalie as etapas do seu plano
7 Resolva o problema seguindo o plano	8 Relacione outras situações

Fonte: Dados do estudo, 2020.

Depois de compreendido como se daria o desenvolvimento do problema, foi apresentada a ficha número um que continha o seguinte questionamento: *qual o objetivo do professor?* Para responder esse questionamento, os alunos poderiam realizar novamente a leitura do problema de maneira individual, e não era necessário verbalizar a resposta. A seguir, a ficha número dois, solicitava que o problema fosse explicado. Os alunos foram orientados a elaborar essa explicação e anotar na sua ficha, e posteriormente, apresentar aos colegas. A apresentação poderia ser a leitura da ficha ou se preferissem, poderiam abrir a câmera e mostrar a sua anotação. Os alunos foram orientados a prestar atenção ao que o colega estava apresentando, inclusive, anotações poderiam ser realizadas se achassem necessário. Com as apresentações concluídas, foi exibida a ficha número três a qual solicitava a realização de uma análise da explicação do colega. Neste momento, os alunos não precisavam verbalizar as suas respostas, e foram orientados a identificar nas apresentações dos colegas elementos parecidos e diferentes da sua própria explicação. Foi salientado que o objetivo não estava em colocar se as respostas dos colegas estavam certas ou erradas, mas identificar conhecimentos sobre o assunto abordado.

A seguir, foi apresentada a ficha quatro que continha um questionamento: *como posso resolver o problema?* e, ainda, sobre esse questionamento foi solicitado que fossem identificadas as estratégias para a sua resolução. Diante de dúvidas apresentadas pelos alunos, mencionamos que era necessário descrever os passos a serem desenvolvidos para a resolução, como por exemplo, a identificação do objetivo do problema, dos conceitos envolvidos, a realização de uma pesquisa, a criação de um esquema, o uso de um exemplo entre outros. Para

facilitar, os alunos foram orientados a usar os *post-its* e utilizar palavras ou pequenas frases para escrever a sua estratégia, a qual não foi compartilhada nesse momento. Com essa etapa concluída, foi apresentada a ficha cinco, em que foi solicitado que os alunos organizassem um plano em conjunto para a resolução do problema. O plano foi elaborado de forma colaborativa em um quadro virtual no *Google Jamboard* (Figura 25), no qual os alunos apresentaram as suas contribuições, discutiram sobre a melhor forma de organizar a estratégia e numeraram os passos para a resolução do problema. Após essa construção, os alunos realizaram a anotação na sua ficha.

Figura 23 - Quadro com o plano elaborado pelos alunos para a resolução do problema.



Fonte: Dados do estudo, 2020.

Antes de iniciar a resolução do problema, seguindo a estratégia elaborada, foi apresentada aos alunos a ficha de número seis a qual solicitava que fossem avaliadas as etapas frente ao objetivo a ser alcançado. Foram realizados alguns questionamentos, tais como: *qual é mesmo o objetivo do problema? Esses passos me levam ao objetivo? Se algo não der certo o que posso fazer?* Os alunos fizeram a anotação das respostas a esses questionamentos na sua ficha sem compartilhar. Do mesmo modo, na ficha de número sete os alunos realizaram a resolução do problema, seguindo o plano desenvolvido. Para finalizar, na ficha de número oito os alunos foram estimulados a pensar em outras situações que podiam identificar relação entre a pressão atmosférica e a altitude. Nesse momento, trouxemos a relação entre o ponto de

ebulição da água e a altitude, e questionamos se a diminuição da temperatura com o aumento da altitude teria a mesma explicação da situação anterior.

Com o término desse problema, passamos a resolução do seguinte, que era o quatro “Algo do nosso cotidiano”, apresentado no Quadro 26. Nesse problema, foi abordado uma discussão a respeito da praticidade de abertura de embalagens a vácuo, encontrada facilmente em diversos produtos alimentícios. Na situação apresentada, a retirada do lacre já era suficiente para abrir a embalagem, e isso teria uma relação com o conceito de pressão atmosférica. Logo, o objetivo estava em elaborar uma explicação justificando porque a embalagem só era aberta com a retirada do lacre, considerando o conceito mencionado. No problema havia também vários questionamentos que o aluno deveria ir respondendo para a chegar a resolução.

Quadro 18 - Algo do nosso cotidiano.

4. Provavelmente você já deve ter comprado ou visto aqueles copos de requeijão ou latas de molho de tomate que têm um lacre plástico em cima, como a que é apresentada na Figura 1. O uso desse tipo de embalagem fechada à vácuo tem se tornado bastante utilizada pela indústria alimentícia. Para abrir facilmente a embalagem, é necessário retirar o anel de borracha preso em sua tampa. Elabore uma explicação científica, baseada no conceito de pressão atmosférica, para o fato de a lata ser aberta somente quando o lacre é retirado.

Figura 1 – Tampa com lacre de plástico



Extraído de: encurtador.com.br/bgqI2

Fonte: Dados do estudo, 2020.

Deste modo, os alunos foram orientados a realizar a leitura atenta no seu próprio material, e na sequência, responder aos questionamentos propostos no problema. Nesse momento, os alunos trabalharam de forma individual, sem interações entre eles, e com intervenções da professora apenas nas dúvidas que surgiram em alguns questionamentos. Em função do tempo, os resultados obtidos não foram compartilhados e discutidos, ficando para o próximo encontro esse momento de socialização.

Como fechamento do encontro, os alunos foram lembrados do encaminhamento dos registros realizados no material e da gravação do áudio fazendo um relato do encontro, a ser enviado via WhatsApp. Além disso, foi mencionado que o próximo encontro abordaríamos o tópico Princípio de Arquimedes, e a atividade envolveria a leitura e interpretação de textos.

Para essa atividade, seria disponibilizado no grupo o link de um pequeno vídeo, denominado Arquimedes - Ilustrando História¹⁴ que deveria ser visto pelos alunos como tarefa de casa.

Reflexões e percepções da pesquisadora relativas ao quarto encontro: Este encontro se mostrou mais dinâmico e participativo que o primeiro, em que também foi abordado a resolução de problemas. Percebemos que os alunos se mostraram mais receptivos no desenvolvimento da estratégia, e assim como no encontro três, identificamos um número menor de intervenções no andamento das atividades. Avaliamos que a utilização das fichas, em vez dos questionamentos em um dos problemas, permitiu um trabalho menos cansativo para os alunos e trouxe uma organização diferente para a visualização da estratégia. Além disso, no problema em que propusemos a realização sem ajuda, mesmo com as questões, o manuseio das fichas do problema anterior facilitou uma melhor compreensão da aplicação da estratégia. Como já prevíamos, a resolução de problemas se mostrou mais demorada, sendo possível o desenvolvimento de apenas dois problemas no encontro. Acreditamos que o principal motivo para essa necessidade de um tempo maior esteja relacionado ao exercício de compreensão e reflexão ao que está sendo realizado, os quais os alunos não estão acostumados a fazer. Além disso, o ambiente virtual também contribui de forma significativa tendo em vista que ocorrem distrações durante a realização da atividade. Nesse sentido, observamos que seria importante que os alunos resolvessem mais problemas e pudessem se deparar com situações variadas. No entanto, avaliamos que a proposição dos outros problemas que organizamos como tarefa de casa era inviável, pois os alunos já tinham muitas atividades da escola. Considerando esse contexto, decidimos trabalhar o último encontro com resolução de problemas, mas como se fosse uma espécie de avaliação para os alunos. Para o quinto encontro, decidimos manter o que foi planejado para a atividade, sem realizar alterações.

4.4.6 Encontro 5

Neste encontro (04/09/2020), inicialmente retomamos o problema abordado no encontro anterior que envolvia a discussão sobre a abertura de embalagens a vácuo e sua relação com a pressão atmosférica. De modo breve, cada aluno expos a sua resposta e fez um relato a respeito dos passos que realizou para a resolução do problema. Após esse momento, passamos a atividade quatro que abordava a leitura e interpretação de textos científicos (Apêndice E). A atividade apresentava dois textos pequenos, no qual um deles apresentava o famoso problema

¹⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=NRjafzwzwlq>>.

da coroa do Rei de Hieron e a solução apresentada por Arquimedes, e o outro, uma discussão a respeito do funcionamento dos submarinos, ambos relacionados ao conceito de empuxo. Na proposta, um dos textos seria trabalhado no encontro e o outro como tarefa de casa. Além disso, em cada texto havia um conjunto de perguntas e passos a fim de guiar a leitura realizada pelos alunos.

Seguindo a proposta da atividade foi trabalhado no encontro o primeiro texto, denominado “A coroa do Rei de Hieron, a densidade dos corpos e Arquimedes, o que eles têm em comum?” que conforme mencionado, apresentava a clássica história da solução dada por Arquimedes ao problema da coroa do Rei Hieron. O texto, extraído de um livro didático, estava organizado de modo a apresentar três partes, separadas por espaços. No material dos alunos, o texto estava separado dos questionamentos e dos passos que deveriam ser desenvolvidos, a fim de facilitar a leitura e o manuseio. Os alunos foram orientados a localizar o material, reservando o texto para a leitura e a folha com a atividade para realização das anotações. Para iniciar, realizamos alguns questionamentos aos alunos, tais como: *vocês têm o hábito de ler? O que costumam ler? Que leituras já fizeram envolvendo Ciência?*

Na sequência, procedemos a leitura do proposto para a atividade (Quadro 27) e expomos a dinâmica que seria utilizada para a leitura do texto, que envolvia a realização de uma parte anterior a leitura, outra durante, e por fim, uma parte posterior à leitura. Na parte anterior a leitura, os alunos foram instigados a refletir sobre a temática que o texto abordaria, a partir da leitura do título. Para isso, realizamos a projeção de alguns questionamentos na tela, realizando a discussão com os alunos. Tais questionamentos solicitavam que os alunos avaliassem se conseguiam identificar o assunto por meio da leitura do título, o que sabiam a respeito do assunto identificado, se apresentavam dificuldade ou facilidade em relação ao mesmo, se teriam uma resposta ao que era questionado no título, quais eram as suas expectativas, curiosidades ou questionamentos que teriam em relação a leitura do texto, e qual estratégia costumavam utilizar para a leitura de um texto. Os alunos realizavam a anotação dessas respostas no seu material, sem verbalizá-las num primeiro momento. Com o término dos questionamentos, foi solicitado que os alunos comentassem as estratégias que costumavam utilizar para a leitura de um texto.

Quadro 19 - Atividade 1: Um pouco de história

Nesta atividade vamos ler e discutir juntos um pequeno texto denominado “*A coroa do Rei de Hieron, a densidade dos corpos e Arquimedes, o que eles têm em comum?*”. O nosso objetivo é compreender, por meio da leitura, um conceito de hidrostática que temos trabalhado em aula. Porém, antes de iniciarmos a leitura, vamos pensar um pouco sobre o texto.

Fonte: Dados do estudo, 2020.

Na continuidade, ainda sem realizar a leitura, foi proposto a construção de um quadro com as ideias iniciais do texto. Nesse quadro, os alunos foram encorajados a identificar o assunto do texto, o que eles sabiam sobre o assunto identificado e as suas expectativas ao que seria abordado pelo texto. Primeiramente, eles preencheram o quadro de modo individual, e depois, compartilharam as suas respostas. Esse quadro foi projetado e nele incluídas anotação das falas apresentadas pelos alunos, conforme é apresentado na Figura 28. Nesse momento, os alunos foram instigados a pensar se costumavam fazer essas reflexões antes da leitura de um texto, e em que esses passos iniciais poderiam contribuir para a realização de uma boa leitura.

Figura 24 - Respostas dadas pelos alunos ao quadro ideias iniciais do texto.

O assunto do texto	O que você sabe sobre esse assunto	Suas expectativas
<ul style="list-style-type: none"> - Coroa do rei Hieron. - Cientista Arquimedes. - Conceito da Física sobre a densidade dos corpos. 	<ul style="list-style-type: none"> - O rei é uma autoridade. - Densidade está relacionada com massa e volume de um corpo. - Quanto maior a massa maior a densidade. - Quanto maior o volume menor é a densidade. - A densidade é calculada pela fórmula $d = m/v$. - Os materiais possuem densidades diferentes. - A densidade da água é 1 g/cm^3. 	<ul style="list-style-type: none"> - Saber o que tem em comum os três assuntos. - Saber quem é o cientista Arquimedes. - Compreender a leitura do texto. - Saber a resposta da pergunta do título.

Fonte: Dados do estudo, 2020.

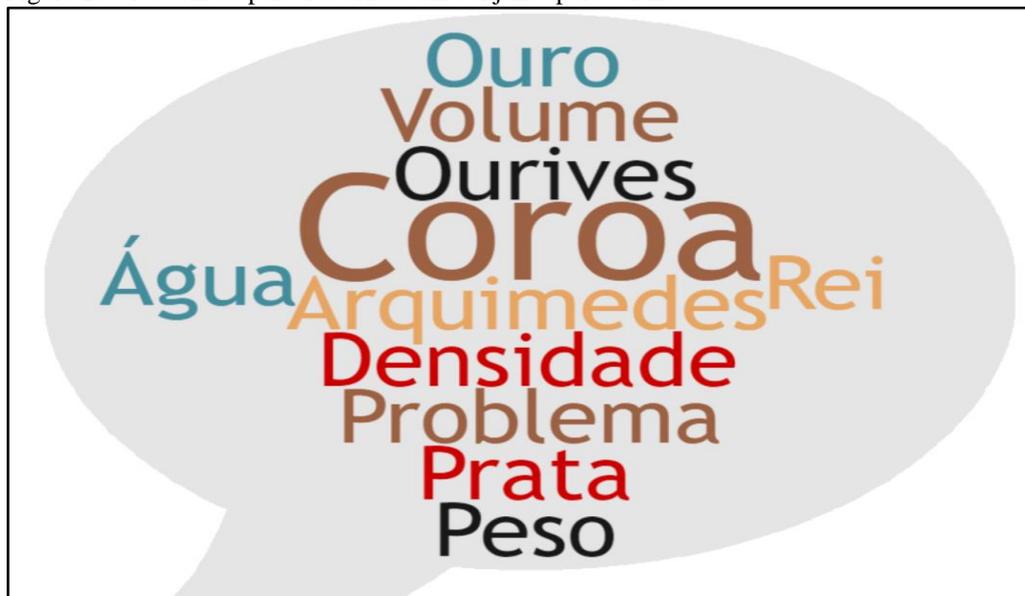
Na parte que contemplava a realização da leitura, os alunos foram orientados a observar que o texto estava dividido em três partes, sendo distinguidas por espaços. Estas partes estavam representadas em um quadro, e para cada uma delas os alunos deveriam fazer anotações de termos ou conceitos destacados durante a leitura. Antes de realizar as anotações, os alunos realizaram a leitura de todo o texto em conjunto, por meio da projeção na tela e do acompanhamento no material. Depois de realizada a leitura geral do texto, orientamos os alunos a fazer outra leitura, de forma individual, considerando uma parte por vez. Nesse momento, os alunos realizaram também as anotações no quadro em seus registros, sem compartilhar com os colegas. Foi enfatizado a importância da realização de uma leitura atenta, com paradas em cada parte para as anotações, assim como, se achassem necessário, poderiam fazer destaques ou até anotações no próprio texto.

Com o término da leitura e das anotações no material, passamos a parte posterior a leitura, na qual os alunos foram estimulados a compartilhar as suas percepções sobre o texto. Todos eles fizeram um breve relato a respeito do que leram, mencionando os pontos que

chamaram a sua atenção. Depois disso, os alunos foram orientados a responder no material aos seguintes questionamentos: *descreva em rápidas palavras como Arquimedes fez para verificar o material por meio do qual a coroa foi confeccionada; esse método pode ser utilizado para verificar a constituição de qualquer corpo?* As respostas relatadas pelos alunos não foram compartilhadas entre eles.

No momento seguinte, foi proposto aos alunos a construção de uma *Nuvem de Palavras* utilizando as palavras destacadas durante a leitura. Deste modo, cada aluno deveria escolher cinco palavras das que haviam anotado no quadro. Essas palavras poderiam ser de qualquer parte do texto, e deveriam ser palavras-chaves para a compreensão do texto. Todos os alunos compartilharam as suas palavras, que foram anotadas e projetadas pela professora a fim de que se pudessem definir, em conjunto, as palavras que seriam utilizadas na construção da nuvem. Com a definição das palavras, a professora criou a nuvem utilizando o site *Wordclouds*¹⁵ que permite a criação de nuvens de palavras de forma gratuita. Embora, os alunos não trabalhassem diretamente com a ferramenta, eles fizeram contribuições na escolha da formatação da nuvem, obtendo como resultado o que é apresentado na Figura 30. Além disso, os alunos deveriam verbalmente justificar suas escolhas. Como fechamento desta atividade, os alunos fizeram uma discussão a respeito do que cada palavra significava para a compreensão do texto.

Figura 25 - Nuvem de palavras criada em conjunto pelos alunos.



Fonte: Dados do estudo, 2020.

¹⁵ Encontrado no endereço <www.wordclouds.com>, trata-se de um site gratuito em que é possível criar nuvem de palavras em diferentes formas. É possível também importar palavras de links da internet, documentos PDF ou do MS Office, e salvar as nuvens criadas nos formatos PNG, PDF e SVG.

Depois de finalizado a leitura do primeiro texto, foi realizada uma retomada dos passos desenvolvidos na estratégia adotada. Os alunos foram estimulados a falar sobre o momento realizado antes, durante e depois da leitura, e como cada um deles pode contribuir para a compreensão do texto. Foi solicitado que os alunos retornassem ao primeiro quadro e observassem se as ideias iniciais sobre o texto, especialmente as expectativas, estavam de acordo com a leitura realizada. Para estimular a reflexão, questionamos os alunos se poderiam responder à pergunta proposta no título. A respeito disso, todos afirmaram ter condições de responder e identificar no texto a relação entre o Rei Hieron, Arquimedes e o conceito de densidade dos corpos. Eles também refletiram se a estratégia adotada seria adequada para textos maiores ou até mesmo na leitura de um livro.

Na finalização do encontro, foi proposto aos alunos a tarefa de casa que contemplava a leitura do segundo texto denominado *Como funcionam os submarinos?*. Esse texto, explicava o mecanismo utilizado por um submarino para afundar e emergir na água e sua relação com a força de empuxo. Junto ao texto havia uma guia para a leitura, contemplando alguns questionamentos para um momento antes da leitura, alguns questionamentos para durante a leitura, e outros questionamentos para depois da leitura. Apresentamos as questões e os objetivos de cada uma, e esclarecemos as dúvidas apresentadas. Foi combinado que a entrega da tarefa seria realizada até o encontro seguinte, e que em virtude disso, os alunos não precisariam realizar a gravação do áudio com o relato do encontro. Eles também foram lembrados que o próximo encontro seria o último, no qual seria realizada uma pequena avaliação. A respeito dessa avaliação, foi mencionado que seria importante os alunos revisitarem o seu material, observando as atividades que foram realizadas e os conceitos referente a densidade e a pressão atmosférica.

Reflexões e percepções da pesquisadora relativas ao quinto encontro: o desenvolvimento desta atividade se mostrou bastante tranquila e com participação intensa dos alunos nos momentos de interação. O desenvolvimento da estratégia foi bem recebida pelos alunos, que não demonstraram dificuldades em realizar os passos solicitados. No entanto, identificamos que o desconhecimento do assunto abordado pelo texto e a falta de leitura dos alunos são entraves na compreensão e interpretação de textos que envolvem conhecimentos científicos. No encontro, os alunos relataram que não tem o hábito de ler textos, livros ou artigos que envolvam Ciência, e apresentaram insegurança por considerarem leituras difíceis. Também evidenciaram que, na maioria das vezes, as suas leituras estão relacionadas com atividades da escola de disciplinas específicas, como Literatura e Português. Diante disso, avaliamos que a estratégia foi bem desenvolvida pelos alunos, mas evidentemente é necessário a proposição de

mais leituras aos alunos, que possam estimular a sua curiosidade e o interesse pelo assunto abordado. Como já havíamos planejado anteriormente, optamos por não realizar a atividade prevista para o encontro cinco, que envolvia a realização de outra atividade experimental. Para o último encontro, decidimos escolher dois problemas, que não haviam sido realizados pelos alunos nos encontros anteriores, como uma espécie de avaliação final. Além disso, decidimos aplicar o questionário pós-teste como encerramento dos encontros realizados.

4.4.7 Encontro 6

O encontro seis (11/09/2020) tratou das atividades de encerramento do estudo, com a aplicação de uma avaliação com os alunos e do questionário pós-teste- igual ao pré-teste. Também, como forma de encerramento, os alunos refletiram e compartilharam as suas percepções sobre os encontros, sobre a Física e a suas aprendizagens durante esse processo.

Inicialmente, foi realizada a avaliação de modo individual, sem o compartilhamento das respostas. Para a realização dessa atividade de avaliação foram projetadas duas questões, conforme é apresentado no Quadro 31, e solicitado que os alunos desenvolvessem as suas respostas em uma folha em branco. Nas orientações, foi destacado a importância da utilização das estratégias trabalhadas na resolução às duas situações propostas. Além disso, foi mencionado que os alunos poderiam utilizar o material dos encontros, o caderno de Física, o livro didático ou outros materiais que julgassem necessário. Salientamos ainda que os problemas envolviam o conceito de densidade e de pressão atmosférica, não envolvendo necessariamente um modelo matemático, como também não haviam passos para resolução, ficando o aluno livre para decidir a sua forma de resolução. A avaliação foi realizada sem haver questionamentos ou dúvidas pelos estudantes, que ao concluírem a resolução dos dois problemas, fizeram o encaminhamento das respostas via WhatsApp.

Quadro 20 - Questões propostas na avaliação.

Questão 1 - Provavelmente você já deve ter comprado ou visto aqueles copos de requeijão ou latas de molho de tomate que têm um lacre plástico em cima, como a que é apresentada na Figura 1. O uso desse tipo de embalagem fechada à vácuo tem se tornado bastante utilizada pela indústria alimentícia. Para abrir facilmente a embalagem, é necessário retirar o anel de borracha preso em sua tampa. Elabore uma explicação científica, baseada no conceito de pressão atmosférica, para o fato de a lata ser aberta somente quando o lacre é retirado.

Figura 1 – Tampa com lacre de plástico



Extraído de: encurtador.com.br/bgqI2

Questão 2 - João é estudante do ensino médio, e um dia estava no aeroporto de Porto Alegre, aguardando o embarque para São Paulo, quando teve a ideia de fazer um experimento de Física. Ele estava intrigado com um conceito discutido em aula a respeito da pressão atmosférica, e resolveu, então, pegar uma garrafa pet vazia que estava em sua mochila e amassá-la um pouco, diminuindo o volume de ar do seu interior e lacrá-la. Quando já se encontrava no avião a 10 Km de altitude, ele observou que a garrafa não estava mais amassada! Ao abrir a garrafa, João percebeu que o ar escapou para fora, então fechou novamente e apertou bem a tampa. Ao retornar da viagem, voltou a olhar a garrafa pet na sua mochila e a encontrou novamente amassada, conforme é mostrada na figura. Discuta cada uma das etapas realizadas por João neste experimento, e as conclusões obtidas.

(Texto adaptado de “Garrafas pet submersas e amassadas” - Respondido por: Prof. Fernando Lang da Silveira - www.if.ufrgs.br/~lang/)



Fonte: encurtador.com.br/fA367

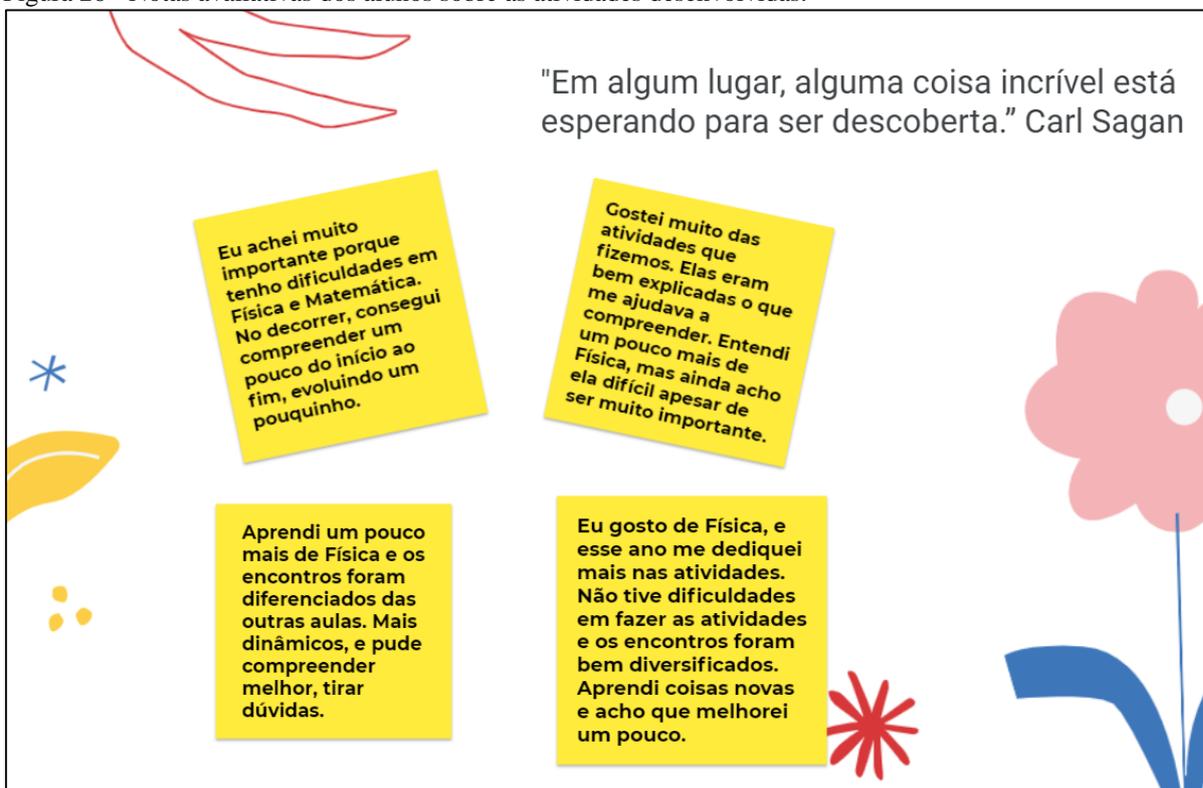
Fonte: Dados do estudo, 2020.

No momento seguinte, passamos a aplicação do questionário pós-teste. Os alunos foram orientados a acessar o link disponibilizado no *chat* e a responder cuidadosamente as questões propostas no questionário. Salientamos que o questionário se tratava do mesmo que eles já haviam respondido antes do início dos encontros, e que em caso de dúvidas deveriam pedir auxílio. Destacamos ainda, que eles avaliassem cuidadosamente as respostas levando em consideração o que havia sido contemplado (as aprendizagens) nos encontros.

Na última parte do encontro, foi apresentado aos alunos um mural no *Google Jambord* e solicitado que eles fizessem a inserção de uma nota adesiva, avaliando os encontros e como julgavam que isso teria impactado na aprendizagem em Física. Colocamos a eles que poderiam

avaliar se aprenderam melhor, se passaram a achar a Física mais fácil, se algumas dificuldades foram sanadas, se usaram as estratégias em outras atividades entre outros. Cada aluno inseriu a sua nota, como pode ser visto na Figura 28.

Figura 26 - Notas avaliativas dos alunos sobre as atividades desenvolvidas.



Fonte: Dados do estudo, 2020.

Finalizando o encontro, procedemos a agradecimentos pela participação dos alunos e pelos momentos vivenciados em um contexto tão atípico. Salientamos a importância do uso das estratégias metacognitivas no aprendizado de Física, e especialmente, na reflexão sobre a forma como cada um aprende e na forma como transpõe os obstáculos que surgem ao longo do caminho. Como última tarefa, solicitamos que os alunos realizassem a gravação de um áudio relatando como foi a avaliação realizada por eles e qual nota achavam que teriam obtido.

Reflexões e percepções da pesquisadora relativas ao sexto encontro: O último encontro foi marcado pela reflexão e o estreitamento dos laços de afeto e carinho construído por todos no processo. Avaliando esse último encontro, identificamos que os alunos se mostraram mais confiantes e seguros em realizar uma avaliação. Além disso, nas suas falas é possível perceber um certo amadurecimento a respeito da sua aprendizagem e do que precisam fazer para superar as suas dificuldades.

5 ANÁLISE DOS DADOS

O presente capítulo apresenta a análise dos dados produzidos durante os encontros e as atividades realizadas pelos estudantes participantes do estudo. Essa análise foi estruturada em duas grandes categorias, com três subcategorias cada uma, dadas *a priori* e seguindo o referencial teórico. Antes de procedermos às discussões em cada categoria, apresentamos aspectos introdutórios dessa análise.

5.1 Aspectos introdutórios

A análise dos efeitos da intervenção para a ativação do pensamento e o consequente engajamento dos estudantes nas atividades, ocorre por meio da adoção de duas categorias que correspondem à consciência metacognitiva e seus desdobramentos em termos das componentes metacognitivas, como anunciado amplamente neste estudo e assim entendidas: *conhecimento do conhecimento* e *controle executivo e autorregulador*. Cada categoria está associada a uma componente de modo que o *conhecimento do conhecimento*, está vinculado as variáveis *pessoa, tarefa e estratégia* e o *controle executivo e autorregulador*, encontra-se associado as operações de *planejamento, monitoramento e avaliação*.

Em cada categoria nos ocupamos em discorrer sobre os efeitos da intervenção em termos da adoção do pensamento metacognitivo pelos e nos estudantes, estabelecendo comparativos entre a consciência declarada dos estudantes, no início e ao final das atividades, associadas às manifestações durante os encontros/atividades. O objetivo está em verificar as contribuições da intervenção didática proposta em termos de favorecer que os estudantes recorram a esse modo de pensamento. Evidentemente que estamos cientes de que seis encontros são pouco expressivos para que os estudantes adotem um novo modo de estruturar seu pensamento e suas ações, todavia, nossa aposta está atrelada em verificar se, no transcorrer das atividades, são percebidos indícios de que essa mudança está em processo.

Para análise dessa consciência metacognitiva e seus indícios de mudanças, tomamos como referência os itens do questionário (pré e pós-teste) agrupados nos elementos e componentes metacognitivos, tomados aqui como categorias e subcategorias. Cada assertiva do questionário é analisado de acordo com as respostas dos alunos nas etapas anterior (pré-teste) e posterior (pós-teste) à intervenção. Além disso, cada assertiva desse questionário se vincula a ações que foram desenvolvidas na forma de questionamentos metacognitivos ao longo das atividades desenvolvidas nos encontros. Os dados produzidos pelos estudantes mediante a

realização das atividades didáticas são considerados como manifestações e foram capturadas pelas gravações em áudio e vídeo, bem como os registros nos materiais produzidos durante os encontros e enviados ou relatados à pesquisadora.

Em outras palavras, anunciamos que os resultados são apresentados em duas categorias, cada qual correspondendo a uma componente metacognitiva, e por aluno, uma vez que o objetivo está em identificar como cada um se portou diante das atividades desenvolvidas. As respostas obtidas com o pré e o pós-teste, acrescidas das manifestações dos estudantes, são discutidas à luz do referencial teórico, de modo a avaliar individualmente o impacto das atividades didáticas em termos da mobilização do pensamento metacognitivo.

Para essa análise, utilizaremos a letra “A” para fazer menção aos alunos (estudantes), seguida de um número para sua identificação e diferenciação no texto (A1; A2; A3; A4). Tal número foi atribuído a partir de uma ordem aleatória. Além disso, no que refere ao texto, usaremos o gênero masculino para identificar os estudantes, embora a amostra tenha sido constituída por um do gênero masculino e três do gênero feminino, como já descrito. Na mesma lógica, utilizamos a letra “E” quando nos referimos ao encontro, seguida de um número para identificação do encontro. Outro aspecto introdutório importante refere-se à utilização da expressão “Pré” para os resultados do questionário apresentado no início das atividades de intervenção, e da expressão “Pós” para os resultados apresentado ao final.

Para os resultados do pré e do pós-teste, adotamos os valores da escala utilizada no questionário, ou seja: 1 – Nunca; 2 – Eventualmente; 3 – Nem sim, nem não; 4 – Quase sempre; 5 – Sempre. Além disso, consideramos, para efeitos de considerar como significativo, a alteração nos valores atribuídos quando a diferença for maior do que dois pontos, ou seja, quando o estudante assinalou “1” no pré-teste e “3” ou mais no pós-teste, ou, alternativamente, o contrário. A adoção dessa metodologia permite desconsiderar pequenas variações e concentrar o olhar para os aspectos mais expressivos nos registros feitos pelos próprios alunos.

As manifestações verbais dos estudantes foram classificadas de acordo com cada item e são consideradas manifestações estimuladas, pois vinculam-se a respostas/diálogos associadas às atividades propostas. Ou seja, não consideramos como manifestações espontâneas, mas sim estimuladas, pois estão vinculadas a respostas dadas pelos estudantes a partir dos questionamentos realizados em cada atividade desenvolvida. Eventualmente pode ocorrer alguma manifestação espontânea, mas em geral as manifestações estavam associadas ao questionamento. Esses questionamentos metacognitivos apresentado em cada atividade didática, tinham o caráter de ser provocativos em termos dos elementos metacognitivos, sendo orientadas a isso, como pode ser identificado nos apêndices relativos às atividades

desenvolvidas nos encontros ou mesmo no Apêndice F, que apresenta o material didático na íntegra. Dessa forma e cientes de que essas atividades estavam orientadas a provocar a adoção de um modo de pensar, buscamos nas manifestações dos estudantes aquelas que estavam relacionadas a cada elemento metacognitivo em análise. Essas manifestações foram divididas em dois grupos, sendo identificadas por “DE” as associadas aos diálogos/falas durante os encontros, ou mesmo aos áudios enviados ao final dos encontros; e por “ME” as manifestações vinculadas aos materiais produzidos nos encontros.

Resumidamente e como forma de orientar o leitor, temos: “A” para aluno; “E” para encontro; “Pré-teste” para o Questionário inicial; “Pós-teste” para o Questionário final; “DE” para as manifestações dos alunos durante os encontros ou por áudio; “ME” para as manifestações dos alunos por meio dos registros nos materiais.

Para a categorização das manifestações apresentadas pelos estudantes, buscamos seguir os itens ou assertivas elencados para cada elemento nas atividades que integram o módulo didático e esquematizados nas fichas de avaliação que acompanham cada encontro. A cada um, projetamos contemplar os elementos metacognitivos em três itens, que são os mesmos que integram o pré e o pós-teste. Portanto, o questionário (pré e pós-teste) e a ficha de avaliação de cada encontro apresentam os mesmos itens para cada elemento metacognitivo. O que fizemos nas atividades didáticas foi favorecer, na forma de questionamento metacognitivo, a ativação desses elementos metacognitivos, os quais, embora tenham sido favorecidos, nem sempre foram evocados pelos estudantes, como veremos na discussão dos resultados.

Considerando esse contexto, buscamos, em uma primeira análise, identificar as manifestações relacionadas aos itens avaliados em cada elemento, extraíndo as indicações dos próprios alunos no pré e pós-teste, e, posteriormente, fragmentos de fala presentes nos áudios e nas videografações dos encontros. As atividades que integravam cada encontro apresentavam questionamentos ou orientações cuja intencionalidade era estimular determinados os itens ou assertivas relacionados a cada elemento metacognitivo. Dessa forma, analisamos se o estudante, ao responder ao questionamento ou ao realizar o solicitado na atividade, contemplava momentos de ativação do pensamento metacognitivo associado ao item ou assertiva em avaliação.

É importante observar que as manifestações foram retiradas de um contexto e que também não aconteceram de forma linear, especialmente quando se considera as manifestações verbais. Esse fator precisa ser considerado, pois, muitas vezes, as respostas aos questionamentos ou a realização das atividades eram antecipadas pelos estudantes, ou apareciam em outros momentos. Outro fator que merece destaque é a dificuldade de compreender o material escrito

dos estudantes. Como a aplicação ocorreu de forma remota, os materiais foram enviados por imagem, o que acabou por dificultar a sua compreensão por parte da pesquisadora, pois alguns tinham como característica ser bastante resumidos, o que, por certo, não teria acontecido se estivessem todos em condições de aula presencial. Isso exigiu um olhar bastante atento e minucioso para as manifestações verbais, para os registros escritos e para o comportamento apresentado durante os encontros, para que fosse possível, em alguns momentos, interpretar o que de fato a manifestação apresentada estava representando.

Ainda, algumas manifestações poderiam ser categorizadas em mais de um item ou assertiva, ou mesmo em mais de um elemento metacognitivo, por contemplar um número maior de elementos. Nesse sentido, optamos por priorizar a categorização observando o aspecto destacado na ficha de avaliação, conforme mencionado anteriormente.

Por fim, destacamos que as classificações em relação as manifestações dos estudantes nos respectivos elementos metacognitivos, seguem a interpretação da autora frente a sua leitura do material.

5.2 Categoria 1: Conhecimento do conhecimento

A categoria “conhecimento do conhecimento” compreende os conhecimentos apresentados pelos estudantes a respeito de si mesmo, envolvendo suas crenças, ideias e teorias vinculadas aos elementos metacognitivos *pessoa*, *tarefa* e *estratégia*. O elemento *pessoa* está relacionado à capacidade do estudante de identificar o seu próprio conhecimento, resgatar em sua estrutura cognitiva essas informações e comparar e avaliar esse conhecimento frente às indicações da atividade e frente aos conhecimentos dos outros estudantes. O elemento *tarefa* envolve a identificação do grau de dificuldade que a atividade exige e a sua semelhança com outras que já tenham sido realizadas por ele. Por fim, o elemento *estratégia* diz respeito aos caminhos ou às soluções que o estudante conhece ou consegue identificar, e, diante disso, das escolhas que fará para resolver o problema apresentado.

Considerando tais elementos, passamos a apresentar os resultados identificados no questionário pré e pós-teste e nas manifestações de cada um dos estudantes nos diálogos, áudios e material produzido ao longo dos encontros. Essa análise foi realizada inicialmente para cada estudante e, posteriormente, como forma de fechamento da categoria, procedemos a uma discussão geral.

5.2.1 Aluno 1

O Quadro 21 apresenta os resultados obtidos para A1 com a aplicação dos questionários - pré-teste e pós-teste, tendo na última coluna o registro das manifestações do estudante durante os encontros.

Quadro 21 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A1 para o conhecimento do conhecimento.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação dos estudantes durante os encontros
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	2	4	E1 - ME: O objetivo é descobrir qual líquido ficará na parte de baixo e qual ficará na parte de cima. Acho que não terei dificuldades, pois sei o assunto e qual é a fórmula que deve ser usada. E2 - ME: [...] discutir o conceito de pressão relacionando o nosso peso e a área de contato dos pés. E3 - ME: [...] calcular a pressão exercida pela caixa de pé e deitada. E4 - ME: O objetivo da questão é explicar como a pressão atmosférica e a altitude influenciam o corpo humano. E5 - ME: Identificar como funciona um submarino.
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	4	4	E1 - DE: Sim, quando estamos cozinhando arroz, e ele começa a cozinhar algumas vezes também sobe e derrama como o leite. E1 - DE: Acho que sei como fazer essa questão. E2 - DE: Eu tenho um sapato igual da foto e dói muito o pé parece que faço mais força. [...] Sim, eu lembro que tivemos em aula esse assunto sobre a pressão, e acho que sei qual é a fórmula. [...] A unidade de força lembro que vimos o ano passado que é Newton, já para a área não tenho certeza, não lembro qual seria. E3 - DE: Sim, eu sei sobre esse conteúdo. E5 - DE: Lendo o título o que eu sei é sobre densidade, o restante não sei do que se trata, pois nunca ouvi falar.
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	4	5	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	4	4	E2 - DE: Já fiz atividades práticas e geralmente não tenho dificuldades. Só tenho dúvidas é se na hora de fazer o cálculo não vou acabar me atrapalhando. E3 - DE: Na aula passada nós calculamos a pressão exercida pelo nosso corpo sobre o solo. Eu lembro que para calcular usamos a fórmula $P = F/A$, mas antes usamos outras fórmulas como da área do pé e do peso. E4 - DE: Eu lembro que a professora comentou em aula sobre a questão de o ouvido trancar quando estamos descendo ou subindo a cerra, e sobre a pressão atmosférica. Mas, não resolvemos nenhum problema assim. E5 - DE: [...] eu leio um pouco, não textos envolvendo a Física especificamente.

	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	2	3	E2 - DE: [...] se for aplicar a fórmula é simples, mas pela minha experiência sempre tem que converter alguma unidade, e é isso que tenho dificuldade. E5 DE: [...] não acho que terei dificuldades, só se aparecer algum termo difícil.
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	4	3	E1 - DE: Acho que as grandezas envolvidas no conceito de densidade é o volume e a massa. [...] a fórmula utilizada para calcular a densidade é $d = m/v$. E2 - DE [...] não tive dificuldades em fazer essa atividade (menção ao encontro anterior). E5 - DE: Provavelmente o texto vai explicar o que é o conceito de densidade, e também a relação disso com o rei e Arquimedes. [...] para o que está sendo perguntado também não saberia a resposta.
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	2	4	E1 - ME: Primeiramente compreender o que o problema está apresentando e qual conteúdo, depois saber a fórmula e como aplicar. E2 - DE: [...] o peso eu sei que a gente viu o ano passado é só multiplicar a massa pela gravidade que é de 10 m/s^2 . A área dos pés pensei que talvez o número do calçado pudesse estar relacionado com a área, mas talvez daria para usar a régua. E3 - DE: Para calcular a pressão precisamos saber a área e o peso. A área da caixa é um retângulo, então é só medir com a régua. E5 - ME: Ler todo ele (texto) de uma vez, e depois ler quantas vezes for necessário só para destacar palavras chaves.
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	2	4	E2 - DE: [...] acho mais fácil converter centímetro para metro. Eu faço uma regra de três, eu sei que 1 metro tem 100 centímetros, então 14 cm dará 0,14 m, pois é menos que um metro. E5 - ME: [...] não sei outra maneira de ler o texto.
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	5	5	E2 - DE: [...] para calcular a pressão basta dividir o peso pela área. Mas na tabela é necessário fazer isso para os dois pés, um pé e metade de um pé. Também vi na tabela que a área está em metros quadrados, mas a minha está em centímetros quadrados, então tem que converter. E3 - DE: [...] a figura da caixa é retangular. Ela tem três lados diferentes! [...] A minha caixinha pesa 395 gramas (massa). E4 - ME: Faria um esquema para demonstrar o que acontece com a pressão atmosférica em diferentes altitudes. E5 - ME: Ler todo o texto, destacar palavras chaves e minhas dúvidas, após tirar as dúvidas.

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Os resultados apresentados no quadro indicam que na percepção autodeclarada de A1, a intervenção resultou em uma ativação do pensamento metacognitivo para dois elementos, *pessoa* e *estratégia*, especialmente para aspectos associados aos objetivos metacognitivos de: ser mais consciente sobre a meta a ser alcançada (busca por identificar o objetivo da atividade antes de iniciá-la); avaliar os caminhos a serem percorridos (analisar as estratégias necessárias

para atingir o objetivo); e identificar possibilidades de caminhos a serem percorridos (identificar possibilidades de haver mais de uma estratégia).

Ao observarmos as falas durante o encontro, é possível destacar que A1 demonstrou dentro do elemento metacognitivo *pessoa*, nos encontros E1, E2, E3 e E4, uma manifestação relacionada à compreensão do objetivo proposto na atividade, assim como apresentou, nos cinco encontros, manifestações de identificação dos seus conhecimentos ou experiências relacionadas à atividade. Ainda, dentro desse elemento, as manifestações relacionadas à comparação de conhecimentos com os colegas não aparecem de forma explícita, embora tenha acontecido durante os encontros. Acreditamos que, por ter acontecido de forma virtual, essa interação não tenha favorecido o desenvolvimento efetivo desse aspecto.

Para o elemento *estratégia*, é possível observar, nas falas estimuladas, que em todos os encontros A1 demonstrou analisar as estratégias que seriam necessárias para a resolução do problema, mas apenas nos encontros E2 e E5 avaliou a possibilidade de haver mais de uma forma para resolver um problema. Embora o aluno considere que tenha passado a identificar outras formas de realizar a tarefa solicitada, nos diálogos e no material produzido, observamos que ele quase nunca avaliou outras possibilidades, demonstrando recorrer a estratégias que já tinha utilizado. Ainda, dentro desse elemento, a visualização do que deve fazer não apresenta mudanças, pois A1 compreende que já realizava isso antes da intervenção e de modo muito satisfatório.

5.2.2 Aluno 2

O Quadro 22 apresenta os resultados obtidos para A2 com a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste, e estão registradas as manifestações durante os encontros.

Quadro 22 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A2 para o conhecimento do conhecimento.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação dos estudantes durante os encontros
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	2	5	E1 – DE: Sim, é para descobrir a densidade. Se é mais denso ou menos denso e fazer o cálculo com a fórmula. E3 - ME: Eu entendi que temos que calcular a pressão exercida pela caixa, mas ainda não está claro se é mais de um cálculo que precisa ser feito. E4 - ME: O que a professora quer que a gente faça nesse problema é saber a relação entre a pressão e a altitude. E5 - ME: [...] aprender como funciona o submarino.
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	2	5	E1 - DE: O leite já percebi, mas foi só isso mesmo não lembro de outra situação parecida com esta. [...] para resolver esse problema eu sei a fórmula, que é a da densidade.

				<p>E2 - DE: Eu lembro que a pressão está relacionada a apertar, pressionar algo.</p> <p>E3 - DE: Acho que sei sobre esse assunto, pois trabalhamos na semana passada. Talvez não me lembre das fórmulas, mas tenho tudo anotado.</p> <p>E4 - DE: Quanto mais o “carinha” do vídeo ia subindo a montanha menos ar tinha, então menor era a pressão. No mar tem mais pressão, e quando subimos ou descemos a cerra sentimos o ouvido trancar. Eu já senti isso que foi falado no vídeo.</p> <p>E5 - DE: O assunto abordado é a densidade. Eu nunca li nada sobre a coroa do rei ou sobre Arquimedes.</p>
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	4	4	<p>E2 - DE: [...] concordo que nas fotos é possível observar que quanto maior é a área maior é o conforto. Acho que o conforto está relacionado com a pressão que vimos em aula, eu lembro professora que você comentou isso. [...] Quando a gente faz atividade no laboratório, os colegas sempre me ajudam ou peço para a professora.</p>
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	2	4	<p>E1 - DE: [...] não lembro da fórmula da densidade, mas vou procurar no caderno, pois sei que anotei isso na aula passada.</p> <p>E3 - DE: No encontro da semana passada nós calculamos a pressão exercida pelo nosso corpo sobre o chão. Para isso, medimos a área dos pés, o nosso peso e calculamos a pressão.</p> <p>E4 - DE: Acho que nunca resolvi um problema assim.</p> <p>E5 - DE: Acredito que o texto esteja relacionado ao conceito de densidade que vimos na Física. [...] eu leio bastante a bíblia, é o que mais leio, e claro o que é pedido na escola.</p>
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	2	5	<p>E1 - ME: Eu sei a fórmula, mas tenho dificuldade para converter as unidades apresentadas na questão, pois não lembro de como se faz isso.</p> <p>E3 - ME: [...] tive um pouco de dificuldades para medir a área do pé e de fazer o cálculo (na atividade do encontro anterior).</p> <p>E5 - ME: [...] é possível que eu tenha dificuldades de compreensão do texto, pois o texto está relacionado com a Física.</p>
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	2	4	<p>E2 - DE: Para calcularmos a pressão a gente precisa saber o valor da força e da área de contato. [...] adoro fazer atividade experimental, mas a parte de cálculo eu sempre tenho dificuldades.</p> <p>E5 - DE: Acho que o texto irá falar alguma coisa que envolva ciência, o rei e o Arquimedes. [...] sobre a pergunta do título não saberia responder.</p>
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	2	5	<p>E2 - DE: Para calcularmos a pressão a gente precisa saber o valor da força e da área de contato. [...] acho que para medir a área dos pés tem algo relacionado com o barbante e a régua que você pediu professora!</p> <p>E3 - DE: [...] acho que a primeira coisa a ser feita é colocar a caixa sobre uma superfície (horizontal). Também temos que saber a área, então acho que tem que medir a caixa.</p> <p>E4 - ME: Para resolver o problema acho que é necessário construir um esquema, com um desenho em que pode ser mostrado que a nível do mar tem mais ar, e mais acima (altitude maior) menos ar. Ou fazer um cálculo para demonstrar isso.</p>

			E5 - DE: [...] fazer a leitura do texto e fazer um resumo para compreender melhor. ME: Ler todo ele e se não entender buscar mais informações e destacar.
8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	2	2	E2 - DE: [...] então professora para que eu possa compreender: primeiro cálculo o meu peso, depois meço a área e ela tem que ser dos dois pés né? Ou eu posso calcular só de um? E5 - ME: [...] não só essas de ler o texto e tirar as informações.
9. Visualizo o que tenho que realizar.	3	3	E2 - DE: [...] então professora para que eu possa compreender: primeiro cálculo o meu peso, depois meço a área e ela tem que ser dos dois pés né? Ou eu posso calcular só de um? Daí preencho a tabela com esses valores e calculo a pressão. Lá na tabela, na coluna do peso os valores são iguais nas três situações, pois ele não muda. E3 - DE: [...] acho que a primeira coisa a ser feita é colocar a caixa sobre uma superfície (horizontal). Também temos que saber a área, então acho que tem que medir a caixa. Para calcular o peso é só multiplicar a massa pela aceleração gravitacional da Terra, que no caso é 10 m/s ² . A minha caixa também diz um litro, então também tenho que pesquisar quanto isso é em peso (massa).

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Os resultados apresentados no quadro indicam que, na percepção autodeclarada de A2, a intervenção resultou em uma ativação do pensamento metacognitivo para os três elementos – *pessoa*, *tarefa* e *estratégia* –, especialmente para aspectos associados aos objetivos metacognitivos de: ser mais consciente da meta a ser alcançada (busca identificar o objetivo da atividade antes de iniciá-la); avaliar os seus conhecimentos (identificar os conhecimentos sobre o assunto abordado); buscar por soluções já utilizadas em outras situações (analisar estratégias já utilizadas); avaliar as dificuldades (identificar dificuldades que possa ter diante da realização da tarefa); identificar os conhecimentos necessários (identificar o que precisa saber para a realização da tarefa) e avaliar os caminhos a serem percorridos (analisar as estratégias necessárias para atingir o objetivo).

A autopercepção apresentada por A2 no questionário revela ser este o aluno com melhor percepção no que refere a uma evolução nos elementos associados ao componente conhecimento do conhecimento. Nos diálogos e no material produzido, identificamos que, no elemento *pessoa*, o aspecto ligado à identificação do objetivo da atividade apareceu nos encontros E1, E3, E4 e E5. Nesse mesmo elemento, o aspecto ligado à identificação do conteúdo aparece em todos os encontros, de modo que o aluno relaciona os seus conhecimentos ou suas experiências ligadas à atividade. Ao que se refere ao aspecto ligado à comparação de conhecimentos com os colegas, foi possível identificar de forma mais explícita uma

manifestação no encontro E2, embora tenha acontecido em outros momentos durante os encontros.

No elemento *tarefa*, observamos que o aspecto relacionado à identificação de tarefas semelhantes aparece quase em todos os encontros, e estão ligados a atividades, anotações ou experiências já realizadas pelo aluno. Do mesmo modo, o aspecto ligado à identificação de dificuldades frente à realização da tarefa aparece nos encontros E1, E3 e E5, e está relacionado principalmente a dificuldades com o desenvolvimento matemático. Ainda, o aspecto ligado à avaliação dos conhecimentos necessários para a realização da demanda atribuída é identificado nos encontros E2 e E5, nos quais o aluno manifesta ter conhecimento ou não frente às orientações. É importante observar que, na autopercepção de A2, esse aspecto apresenta evolução, mas nos diálogos e no material produzido ele não está presente de forma significativa.

No elemento *estratégia*, o aspecto relacionado à análise das estratégias necessárias para atingir o objetivo é identificado nos diálogos e nos materiais produzidos em praticamente todos os encontros. Já nesse mesmo elemento, o aspecto ligado à identificação de mais de uma estratégia aparece apenas nos encontros 2 e 5, e o aspecto relacionado à visualização de como ela será operacionalizada aparece apenas nos encontros 2 e 3. Em relação a esses dois últimos aspectos, o aluno A2 revela, em sua percepção, que dificilmente identifica outras estratégias e não tem bem clara a visualização do que precisa realizar, o que se observa também nos diálogos e nos materiais analisados.

5.2.3 Aluno 3

No Quadro 23, estão descritos os resultados expressos por A3 com a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste, e estão registradas as manifestações durante os encontros.

Quadro 23 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A3 para o conhecimento do conhecimento.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação dos estudantes durante os encontros
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	2	4	E3 - ME: [...] calcular a pressão exercida pela caixa (referência ao objetivo da atividade). E4 - ME: [...] falar sobre a pressão atmosférica e a relação com a altitude (referência ao objetivo da atividade).
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	4	4	E1 - DE: Para calcular a densidade precisamos saber a massa e o volume. [...] não tenho certeza, mas acho que a fórmula é $d = m/v$. E2 - DE: Sobre esse assunto eu sei que a pressão é uma força aplicada sobre um objeto. A fórmula não lembro, preciso olhar no meu caderno. ME: [...] fórmula da pressão é então $P = F/A$ e a unidade é N/m^2 .

				<p>E3 - DE: [...] a pressão é uma força que tem relação com área também.</p> <p>E4 - ME: A pressão atmosférica é uma camada de ar que fica em volta da Terra, e em relação a altitude, quanto mais alta menor a pressão, quanto mais baixa, maior a pressão.</p> <p>E5 - ME: Acho que consigo identificar sim, o assunto é sobre densidade que tenho conhecimento.</p>
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	4	2	<p>E2 - DE: Assim como os colegas, gosto de atividade prática e não me recordo de ter dificuldades. Se tiver, possivelmente será na hora de fazer o cálculo porque me confundo com as unidades.</p> <p>E4 - DE: [...] também não resolvi nada assim antes (comparando com o que os colegas mencionaram).</p>
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	3	2	<p>E1 - DE: Já percebi o leite derramando, mas não saberia dizer outros exemplos.</p> <p>E3 - DE: No experimento da semana passada eu lembro que a primeira coisa que fizemos foi calcular a área do pé. Para isso, foi utilizado um barbante e com ele desenhado a figura de um quadrado. [...] fiz um quadrado porque lembrava da área.</p> <p>E4 - DE: [...] também não resolvi nada assim antes.</p> <p>E5 - ME: Não li nada sobre a parte que fala da coroa ou de Arquimedes, mas sobre densidade já trabalhamos esse conceito. [...] não gosto de ler, sou muito “distraída” e acabo me perdendo.</p>
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	3	3	<p>E2 - DE: [...] gosto de atividade prática e não me recordo de ter dificuldades. Se tiver, possivelmente será na hora de fazer o cálculo porque me confundo com as unidades.</p> <p>E3 - DE: [...] na atividade sobre a pressão exercida pelo nosso corpo não tive grandes dificuldades, acho que talvez na conversão das unidades.</p> <p>E5 - DE: [...] pode ser que tenha dificuldades, pois sei apenas sobre a densidade, e é um texto da Física, então não deve ser fácil.</p>
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	2	3	<p>E5 - DE: [...] não tenho ideia de como responder a pergunta apresentada no título.</p>
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	2	2	<p>E3 - DE: Acho que antes de calcular a pressão precisamos calcular a área da caixa. [...] são necessárias três medidas da caixa.</p> <p>E4 - ME: Para resolver essa questão, como não tem números acho que fazer um esquema com desenhos seria a melhor forma.</p> <p>E5 - ME: Para compreender o texto acho que primeiro tem que ler, prestar muita atenção no que o texto quer dizer, focar e se necessário ler novamente.</p>
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	2	1	
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	3	3	<p>E2 - DE: Para calcular o peso é só pegar a minha massa e multiplicar pela gravidade. Para a área dos pés, eu acho que poderia passar o barbante ao redor e medir o tamanho dele, não sei muito bem como medir o tamanho. [...] então é só pegar o meu peso e dividir pela área do pé para saber a pressão. [...] quando são os dois pés a área é maior, na</p>

				<p>verdade é o dobro e quando é meio pé a área é menor, ou seja, metade do pé.</p> <p>E3 - DE: Acho que antes de calcular a pressão precisamos calcular a área da caixa. [...] são necessárias três medidas da caixa. [...] a minha caixa tem 200 g, então para calcular o peso é só multiplicar por 10 m/s².</p> <p>E5 - ME: Para compreender o texto acho que primeiro tem que ler, prestar muita atenção no que o texto quer dizer, focar e se necessário ler novamente.</p>
--	--	--	--	--

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Os resultados assinalam que, na percepção autodeclarada de A3, a intervenção resultou em uma ativação do pensamento metacognitivo para o elemento *pessoa*, especialmente para aspectos associados aos objetivos metacognitivos de: ser mais consciente da meta a ser alcançada (busca por identificar o objetivo da atividade antes de iniciá-la) e comparar o próprio conhecimento frente a conhecimentos de outros colegas (troca de conhecimentos e experiências para ajudar na resolução da tarefa). A respeito desses aspectos, que se destacaram para A3, ainda é possível observar uma evolução em relação à identificação do objetivo antes da realização da tarefa, enquanto que, no aspecto relacionado à comparação de conhecimentos com os colegas, não houve um desenvolvimento significativo.

Nos diálogos e materiais produzidos, observamos, no elemento *pessoa*, que o aspecto relacionado à identificação do objetivo aparece apenas nos encontros E3 e E4, embora o próprio A3 tenha percebido uma evolução nesse aspecto. Ao se referir ao aspecto ligado à comparação de conhecimentos com os colegas, é possível observar que aparece nos encontros E2 e E4 de forma mais explícita na fala de A3, embora tenha ocorrido em outros momentos. A respeito disso, como ocorreu com os demais alunos, acreditamos que ele não tenha sido favorecido em virtude de a interação ter acontecido de forma virtual, o que prejudicou o diálogo e a troca de conhecimentos entre os alunos. Cabe ainda destacar que o aspecto relacionado à avaliação dos conhecimentos sobre o conteúdo abordado na percepção do aluno já era realizado antes da intervenção, e continuou durante os encontros, o que aparece também nos diálogos e no material produzido.

Os elementos *tarefa* e *estratégia* não apresentaram nenhuma evolução na autopercepção de A3, os quais, por vezes, demonstraram não conseguir avaliar se utilizam aspectos desses elementos e em outras situações, eventualmente, têm consciência a respeito disso. Considerando tal aspecto, destacamos que, embora A3 tenha declarado que o ocorrido estivesse relacionado à identificação de atividades semelhantes, no elemento *tarefa*, foi possível identificar esse aspecto em todos os encontros. Avaliamos que isso denota que A3 apresentou dificuldades para conseguir desenvolver a consciência de que busca experiências cotidianas e

de atividades que já tenha realizado para resolver as novas tarefas. Outro aspecto que destacamos é a identificação de outras possibilidades para a resolução da tarefa, ligado ao elemento *estratégia*, pois A3 destaca que, após a intervenção, não realiza esse tipo de procedimento, o que de fato não aparece nos diálogos e no material produzido.

5.2.4 Aluno 4

O Quadro 24 descreve os resultados de A4 após a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste, e registra as manifestações durante os encontros.

Quadro 24 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A4 para o conhecimento do conhecimento.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação dos estudantes durante os encontros
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	4	5	E1 - DE: Não compreendi a pergunta e, não estou lembrando quais são as grandezas relacionadas a densidade. E2 - DE: [...] o objetivo do nosso encontro é calcular a pressão que nós exercemos sobre o solo. E3 - ME: calcular a pressão exercida pela caixa de leite sobre a mesa. E4 - ME: [...] o objetivo é descobrir a altitude. E5 - DE: [...] ele (o texto) irá explicar esse conceito e a relação dele com o rei e o Arquimedes.
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	4	4	E1 - DE: Não percebi e não sei de um exemplo para relatar. Eu não sei cozinhar, então nunca observei isso. [...] para essa questão eu não lembro da fórmula. E2 - DE: Eu já vi uma cama de pregos e dá até para deitar sem se machucar. As pessoas ficam com a marca nas costas, mas os pregos não furam. [...] analisando as imagens dá para entender que quanto maior é a área maior é o conforto. Mas acho que o termo “conforto” não é a palavra adequada. E3 - DE: Eu lembro do conteúdo, mas não sei se vou lembrar das fórmulas. [...] eu sei que a pressão tem relação com força, volume, peso. E4 - DE: [...] isso dos jogadores sofrerem quando tem jogos em lugares de grande altitude eu já sabia, eles precisam ir antes para se adaptar, mas não sabia dessa relação com a pressão.
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	3	2	E2 - DE: Assim como os colegas eu gosto de atividades experimentais, acho a parte mais legal da aula, mas tenho dificuldades com os cálculos e com a conversão de unidades porque costumo trocar os números e fazer confusão.
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	4	5	E4 - DE: Não lembro de ter realizado alguma questão sobre isso. E5 - DE: [...] gosto de ler, mas confesso que não faço isso com frequência. Até gosto de livros que envolvem coisas do espaço, mas não lembro de nenhum.
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	5	5	E2 - DE: [...]tenho dificuldades com os cálculos e com a conversão de unidades porque costumo trocar os números e fazer confusão. E3 - DE: [...] essa atividade da semana passada o que tive de dificuldade foi fazer o cálculo mesmo, o resto foi tranquilo. E5 - DE: [...] acho que teria dificuldades se aparecer alguma coisa de cálculo no texto.

	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	3	3	E5 - DE: [...] não saberia responder à pergunta feita no título, mas fiquei bem curioso para descobrir.
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	4	3	E2 - DE: Eu lembro vagamente como se calcula a área, mas acho que de um quadrado ou retângulo saberia. Mas o pé não tem essa forma, então não sei como faria. [...] antes de calcular a pressão vou calcular então todas as áreas e completar na tabela. Depois é só dividir o peso. E3 - DE: [...] acho que tem que medir a caixa. Pelo o que vejo na caixa são três medidas que precisamos fazer: largura, comprimento e altura. [...] a caixa, tem quatro lados. [...] a minha caixa diz que é um litro, mas acho que isso não é peso (massa). E4 - DE: [...] acho que para responder à questão utilizaria um cálculo para fazer a demonstração dessa relação (pressão atmosférica e altitude). E5 - DE: [...] acho que tem que ler com muita atenção e ir observando o que cada coisa tem em comum no texto (coroa, densidade e Arquimedes).
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	4	3	E2 - [...] é mais fácil mesmo converter o centímetro para metro, porque se 1 metro tem 100 cm, e eu tenho 27 cm é só colocar um zero na frente porque o valor é menor que 100, então fica 0,27. [...] é melhor dividir por 100 mesmo porque nem sempre dá para só colocar o zero na frente.
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	5	5	E1 - DE: Eu desenhei a caneca de leite antes de colocar sobre a chama do fogão. Depois, a caneca sobre a chama e representei o leite derramando. No primeiro, o volume era menor e no segundo o volume aumentou. E2 - [...] antes de calcular a pressão vou calcular então todas as áreas e completar na tabela. Depois é só dividir o peso. E4 - [...] diria que para resolver o problema é necessário relacionar a pressão atmosférica e a altitude. Quanto mais alto seria menos ar e quanto mais baixo menos ar, e desta forma menor a pressão atmosférica. E5 - DE: [...] acho que tem que ler com muita atenção e ir observando o que cada coisa tem em comum no texto (coroa, densidade e Arquimedes).

Fonte: Dados do estudo 2021.

Os resultados indicados no quadro apontam que, na percepção autodeclarada de A4, a intervenção não resultou em uma ativação do pensamento metacognitivo de modo significativo para os elementos do componente conhecimento do conhecimento. De modo geral, podemos observar que A4 compreende que, no elemento *pessoa*, os aspectos relacionados à identificação dos objetivos (antes da realização da atividade) e à avaliação dos conhecimentos sobre o conteúdo abordado na atividade já eram realizados antes da intervenção e se mantiveram durante sua realização. Já o aspecto relacionado à comparação de conhecimentos com os colegas, como observado anteriormente, não é destacado pelo aluno. Nos diálogos e no material produzido, identificamos manifestações relacionadas aos aspectos apontados pelo aluno.

Para o elemento *tarefa*, A4 compreende que os aspectos relacionados à busca por soluções já utilizadas em outras situações e a identificação de dificuldades frente à tarefa já eram realizadas antes da intervenção e se mantiveram durante o desenvolvimento das atividades. Ainda, nesse elemento, o aspecto relacionado à identificação de conhecimentos para

a realização da tarefa não é identificado pelo aluno. Nos diálogos e no material, esses aspectos não aparecem em todos os encontros, embora A4 considere que sempre observa tais aspectos.

No que se refere ao elemento *estratégia*, destacamos que, no aspecto relacionado à análise de estratégias para atingir o objetivo, o aluno demonstra não conseguir identificá-lo, embora nos diálogos e no material tenham sido encontradas manifestações em quase todos os encontros. O aspecto relacionado à visualização de como realizar a tarefa na percepção do aluno é algo que ele sempre realiza, e, de fato, em quase todos os encontros, foi possível observar manifestações ligadas a esse aspecto.

5.3 Análise da ativação do conhecimento do conhecimento

Na busca por compreendermos como a intervenção didática proposta pelo estudo esteve relacionada com a componente *conhecimento do conhecimento*, analisamos os resultados obtidos em dois momentos: a evolução no uso das estratégias metacognitivas relacionadas ao conhecimento do conhecimento na autopercepção dos alunos (questionários); e os dados obtidos por meio da análise realizada nas manifestações dos alunos durante a participação nos encontros (diálogos), no envio dos áudios e pelo material produzido por eles. Todavia, sabemos que nem todos os aspectos de cada elemento metacognitivo foram privilegiados de igual maneira nas atividades, como pode ser visualizado na ficha dos elementos metacognitivos que acompanha as atividades de cada uma das propostas.

Considerando que em cada atividade estão explicitados os itens a serem favorecidos (ficha dos elementos metacognitivos), apresentamos os quadros de número 25, 26 e 27, no qual indicamos com “X” se houve manifestação do item para cada aluno e em cada encontro.

Quadro 25 - Identificação da presença do elemento metacognitivo *pessoa* segundo análise externa.

Encontro	Itens presentes na ficha dos elementos metacognitivos em cada atividade	A1	A2	A3	A4
1	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X			X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X	X	X	X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.				
2	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X			X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X	X	X	X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.		X	X	X

3	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X	X	X	X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X	X	X	X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.				
4	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X	X	X	X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.		X	X	X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.			X	
5	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X	X		X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X	X	X	
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.				

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Quadro 26 - Identificação da presença do elemento metacognitivo *tarefa* segundo análise externa.

Encontro	Itens presentes na ficha dos elementos metacognitivos em cada atividade	A1	A2	A3	A4
1	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.		X	X	
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.		X		
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X			
2	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X			
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	X		X	X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X	X	X	
3	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X	X	X	
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.		X	X	X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.				
4	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X	X	X	X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.				
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.				
5	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X	X	X	X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	X	X	X	X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X	X	X	X

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Quadro 27 - Identificação da presença do elemento metacognitivo *estratégia* segundo análise externa.

Encontro	Itens presentes na ficha dos elementos metacognitivos em cada atividade	A1	A2	A3	A4
1	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	X			
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.				
	9. Visualizo o que tenho que realizar.				X
2	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	X	X		X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	X	X		X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X	X	X	X
3	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	X	X	X	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.				
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X	X	X	
4	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.		X	X	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.				
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X			X
5	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	X	X	X	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	X	X		
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X		X	X

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Para o elemento metacognitivo *pessoa*, identificamos manifestações do item 1 em todos os encontros para A1 e A4, e da maioria dos encontros para A2 e A3. Já para o item 2 foi possível identificar manifestações de todos os alunos em praticamente todos os encontros. Esses resultados vêm ao encontro do constatado pelos próprios estudantes em sua autopercepção e evidenciado na análise dos diálogos e materiais. Na intervenção didática, identificamos a potencialidade em termos de oportunizar que os estudantes identifiquem o objetivo da atividade e possam avaliar seus próprios conhecimentos antes de iniciar uma determinada ação.

Esses aspectos ressaltados na análise do elemento *pessoa* são significativos em termos da organização das estruturas internas de pensamento dos estudantes frente ao objetivo cognitivo – meta a ser alcançada. Segundo Flavell e Wellman (1977), esse elemento é responsável pela identificação por parte dos estudantes das características pessoais nas quais eles reconhecem suas convicções sobre si mesmos (mitos, crenças, preconceitos, conhecimentos, etc.). Seguem os autores mencionando que essa identificação pode ser realizada em confronto com os outros, uma vez que esse processo comparativo pode favorecer a

identificação de determinadas características pessoais cuja existência sequer é conhecida pelos sujeitos.

Em termos da importância desse elemento para o processo de aprendizagem, temos que a verificação dos conhecimentos e características pessoais possibilita a identificação de concepções prévias sobre determinados fenômenos, o que os estudos em psicologia cognitiva têm mostrado ser relevante em se tratando da aquisição de novos conhecimentos e significados. A tomada de consciência dos sujeitos sobre seus próprios conhecimentos e sobre suas características pessoais favorece a identificação dos limites de compreensão, envolvendo suas crenças, mitos e preconceitos, permitindo um novo olhar sobre determinado objeto.

No caso do presente estudo, percebemos que os aspectos apresentados nas diferentes atividades levavam A1, A2 e A3 a identificar o objetivo da atividade ou mesmo a tomar ciência do que sabiam de determinado assunto, oportunizando um exercício reflexivo de recuperar e avaliar informações na estrutura cognitiva. São exemplos os questionamentos presentes nas atividades desenvolvidas: “Você entendeu a situação-problema apresentada e qual o seu objetivo? Relate” - item “a” da atividade 2 da Proposta de atividades 1; “Para iniciar, analise os dois conjuntos de imagens apresentadas e registre/relate ao grupo suas experiências vivenciadas e relacionada a elas” – item “a” da atividade única na proposta de atividade 2. Nesses questionamentos, os alunos responderam de forma clara a cada um dos itens, o que, por certo, contribuiu para que eles identificassem a importância dessa evocação no momento inicial das atividades. O que foi manifestado no pós-teste.

Com relação ao limite desse elemento metacognitivo e que ficou aquém do desejado na atividade, destacamos que a comparação do seu conhecimento sobre o conteúdo com o dos colegas pode ter sido prejudicada pelo fato de ser um encontro virtual, o que leva a uma aprendizagem mais individualizada, embora tenha sido favorecido no decorrer dos encontros o diálogo entre os participantes. Entretanto, também podemos analisar essa estagnação e, em alguns casos – como de A3 e A2 –, uma involução, em termos da falta de hábito dos estudantes para realizar essa reflexão que não é favorecida no sistema de ensino, como destacado por Rosa (2011). A autora, ao propor uma intervenção didática para a realização de atividades experimentais metacognitivas, infere, em relação ao elemento *pessoa*, que “os estudantes, quando estimulados, participam das atividades, o que parece estar mais relacionado à condução do processo (atividade experimental) do que por domínio de conteúdos dos estudantes” (ROSA, 2011, p. 219). Portanto, para esse elemento metacognitivo, a condução das atividades no presente estudo pode ter se revelado mais propícia aos itens 1 e 2 da ficha, e não ao item 3.

Para o elemento metacognitivo *tarefa*, temos a identificação de um efeito menos expressivo frente à autopercepção dos estudantes e em comparação com o elemento *pessoa*, exceto para A2, que mostrou uma evolução significativa nos três itens avaliados nesse elemento. As alterações para A1, A3 e A4 foram pequenas, mostrando que os momentos de ativação desse elemento, em seu entender, contribuiu pouco para a ativação desse pensamento. A2, por sua vez, declarou uma mudança expressiva nos três itens, identificando as contribuições da proposta didática para sua tomada de consciência em relação ao tipo de atividade – *tarefa* – a ser executada.

Todavia, na avaliação externa, identificamos que algumas atividades favoreceram a ativação dos itens associados a esse elemento, como por exemplo, a atividade do encontro 5, a qual tratava da leitura e da compreensão de um texto. Nessa atividade, podemos identificar que A1, A2, A3 e A4 apresentam consciência a respeito da realização de tarefas anteriores e da aproximação com a nova atividade a ser desenvolvida. Do mesmo modo, conseguem perceber as possíveis dificuldades frente à tarefa e à identificação dos conhecimentos para a sua realização. Julgamos que a mobilização de todos os aspectos do elemento pode estar associada ao tipo de atividade – leitura e compreensão de textos -, já que foi a única desse tipo que realizamos, e, também, a experiência adquirida pelos alunos nos encontros anteriores.

Em outras atividades, como as propostas nos encontros E3 e E4, observamos que o item 4 da ficha passa a ser ativado pela maioria ou por todos os alunos, denotando que não só os questionamentos propostos na atividade favoreceram sua ativação, mas as experiências anteriores da própria intervenção podem ter contribuído para a adoção desse pensamento pelos alunos. Em contrapartida, observamos que o item 6 dessa mesma ficha foi pouco explorado pelos alunos, não aparecendo para nenhum deles nos encontros E3 e E4, apenas para A1 no encontro E1. Isso demonstra que a identificação dos conhecimentos para o desenvolvimento da tarefa não se mostrou muito profícua na proposta das atividades para a ativação desse pensamento. Ainda, podemos observar, em nossa avaliação, que o item 5 – relacionado à identificação de dificuldades frente à tarefa – não é ativado pelos alunos quando a tarefa envolve resolução de problemas, conforme identificamos nos encontros E1 e E4, os quais abordaram esse tipo de atividade.

O elemento *tarefa* representa a compreensão das características e a abrangência da natureza da atividade proposta. Ela foi representada por itens que questionavam se os alunos relacionavam a atividade com outra já realizada; se identificavam dificuldades em realizar esse tipo de ação; e se avaliam ter conhecimentos sobre a proposta apresentada. Nesses itens, o intuito estava em refletir sobre a tarefa em execução, o que significa retomar experiências

anteriores, entendendo a nova como mais fácil ou mais difícil em comparação a outras atividades experimentais já desenvolvidas. Conforme Flavell e Wellman (1977), isso significa identificar possíveis dificuldades que poderão estar presentes no percurso da ação, de modo a se antecipar a elas e buscar dispor do que for necessário para executar com êxito a ação.

A esse respeito disso, Chi et al. (1989) destacam que quando o estudante tem uma experiência a partir da qual consegue compreender o processo, poderá, baseado nessa experiência, resolver novos problemas, recorrendo ao pensamento metacognitivo de modo implícito. Flavell (1976), em suas primeiras discussões sobre metacognição, reconhece a importância de que os sujeitos identifiquem a tarefa a ser executada antes de iniciá-la e dos requisitos necessários para tal, o que já nesse momento o autor assinalava como sendo pertencente à tomada de consciência do estudante sobre seus conhecimentos que, nesse caso, se referiam aos conhecimentos sobre a tarefa a ser executada. Rosa (2011, p. 221), por sua vez, identifica que o elemento metacognitivo *tarefa*, “em uma proposta didática, contribui para que a retomada de pré-requisitos seja efetivada pelos estudantes, demonstrando que as experiências pessoais obtidas no passado não podem ser esquecidas; ao contrário, precisam ser ativadas, subsidiando as próximas”.

O que ficou perceptível é que embora tenham sido apresentados questionamentos para que os estudantes ativassem seus pensamentos e conhecimentos sobre o tipo de tarefa, eles não percebem a importância dessa ação de pensamento, segundo suas autopercepções. Contudo, na análise das atividades realizadas, percebemos que alguns aspectos foram favorecidos mesmo que o aluno não tenha consciência da sua utilização. É importante salientar que o tipo de atividade parece contribuir mais para a adoção desse pensamento, assim como as experiências vividas pelos alunos.

O elemento *estratégia*, é constituído das formas utilizadas para se recuperar as informações na estrutura cognitiva, expresso pelos aspectos associados à análise das estratégias que são necessárias para atingir o objetivo; a identificação da possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação; e visualização do que é necessário realizar para atingir o objetivo. Nesse sentido, Flavell e Wellman (1977) destacam que há várias maneiras e movimentos que o indivíduo pode fazer para recuperar os conhecimentos, os quais estarão associados ao que se deseja recuperar ou ativar. Em outras palavras, seria a identificação dos procedimentos que precisam ser realizados para desenvolver determinada tarefa. Em termos de aprendizagem, Rosa (2011) destaca que esse momento em que o aluno busca em seus conhecimentos os elementos cognitivos e metacognitivos para realizar a atividade que lhe fora

designada é de grande importância, pois é nessa hora que ele pode recuperar as informações, traçar planos e identificar potenciais e fragilidades frente à tarefa.

Dessa forma, para esse elemento, temos a identificação de um efeito mais expressivo frente à autopercepção dos estudantes A1 e A2, que mostraram uma evolução significativa em alguns aspectos avaliados. Já para A3, a intervenção não apresentou contribuições significativas para a ativação desse elemento, reforçando a ideia de que ele recorrer a esse tipo pensamento são necessárias mais atividades, e, para A4, alguns itens passaram a ser identificados por ele como pouco utilizados e outros sem mudança significativa.

Em nossa avaliação externa, identificamos que, embora o elemento *estratégia* tenha se destacado na autopercepção de dois alunos, todos acabaram ativando alguns aspectos, mesmo que sem estar totalmente consciente do que estava realizando durante as atividades. Por exemplo, observamos que os itens relacionados à análise das estratégias que são necessárias para atingir o objetivo e à visualização do que é necessário realizar para atingir o objetivo, foram ativados pela maioria dos alunos em praticamente todos os encontros. Por outro lado, o item relacionado à identificação da possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação se mostrou pouco expressivo, sendo identificado em poucas atividades, ou nem mesmo ativado, como foi o caso de A3, que não recorreu a esse movimento metacognitivo em nenhum dos encontros.

5.4 Categoria 2: Controle executivo e autorregulador

A categoria “controle executivo e autorregulador” compreende as operações relacionadas aos mecanismos de ação do sujeito e estão vinculadas aos elementos metacognitivos *planejamento*, *monitoração* e *avaliação*. O elemento *planejamento* está relacionado ao planejamento e à estruturação da ação, ou seja, à estruturação da definição de objetivos, da seleção de estratégias apropriadas e da identificação dos recursos necessários para se alcançar o objetivo. O elemento *monitoramento* diz respeito ao acompanhamento da ação para avaliar se, a partir do planejamento feito e da ação em execução, chegar-se-á ao objetivo pretendido. Por fim, o elemento *avaliação* refere-se ao momento no qual o sujeito deve refletir de forma crítica sobre como ocorreu o processo de execução da atividade e sobre as estratégias desenvolvidas para se alcançar os objetivos previamente estabelecidos, e, deve ainda, avaliar possíveis falhas nesse processo.

Considerando tais elementos, passamos a apresentar os resultados identificados nos questionários pré e pós-teste e nas manifestações de cada um dos estudantes nos diálogos, nos

áudios e no material produzido ao longo dos encontros. Essa análise, como mencionado, foi realizada inicialmente para cada estudante, e, posteriormente, fez-se uma discussão geral para a categoria.

5.4.1 Aluno 1

O Quadro 28 apresenta os resultados obtidos para A1 com a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste e registra as manifestações durante os encontros.

Quadro 28 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A1 para o controle executivo e autorregulador.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação durante os encontros
Planificação	10. Planejamento como devo realizar.	2	4	E1 - ME: Para resolver o problema é necessário aplicar a fórmula da densidade: $d = m/v$. E2 - ME: No material o aluno coloca que para calcular a sua pressão irá precisar calcular o peso (é apresentado a fórmula), e coloca “tamanho do calçado, 13 cm = 0,13 m ² ”. E3 - DE: [...] é só dividir o peso pela área (fazendo menção a fórmula da pressão). [...] tem que fazer mais de um cálculo.
	11. Selecciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	4	4	E2 - ME: 1° - Calcular a área dos pés (a área de um pé, depois dos dois pés e de meio pé); 2° - Pegar a minha massa e multiplicar pela gravidade; 3° - Preencher a tabela com os dados. E3 - ME: Superfície horizontal (refere-se a colocar a caixa em uma superfície horizontal); calcular as áreas (se referindo as medidas da caixa); identificar a maior e menor área; calcular a pressão. E5 - ME: 1° - Ler todo o texto; 2° - Ler novamente e destacar as palavras chaves e as dúvidas; 3° - Pesquisar sobre as dúvidas.
	12. Esquematizo minhas ações.	4	4	
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	3	3	E1 - ME: Apresenta o cálculo da densidade de forma correta, sem, no entanto, descrever os passos realizados. E2 - DE: [...] para calcular a pressão basta dividir o peso pela área. Mas na tabela é necessário fazer isso para os dois pés, um pé e metade de um pé. Também vi na tabela que a área está em metros quadrados, mas a minha está em centímetros quadrados, então tem que converter. [...] por exemplo, a área de um pé deu para mim 0,0169 m ² , então eu pegaria isso e multiplicaria pela mesma área (área elevada ao quadrado). [...] para meio pé então é necessário dividir por dois. [...] agora vou calcular o meu peso, que no caso tenho que fazer a massa vezes gravidade.

	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	5	3	E5 - ME: Sim, estou compreendendo o texto, então acho que o que estou fazendo está ajudando a compreender o texto. (Sublinhou 14 palavras no texto, entre os quais estavam submarino, força de flutuação, gravidade, tanque de lastro e tanque de balanceamento).
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	2	4	
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	4	4	E2 - ME: A pressão depende da área, se a área for maior a pressão diminui, ou ao contrário, se a área for menor a pressão aumenta. [...] conclui que o que altera é a pressão. O desequilíbrio é devido a diminuição da área de contato do pé. E4 - ME: A pressão atmosférica depende da altitude: quanto maior é a altitude menor é a pressão, ou seja, tem menos ar. Se a altitude for menor, então a pressão é maior. E5 - ME: O objetivo do autor era explicar o funcionamento de um submarino. [...] compreendi facilmente na leitura que para ele descer é preciso colocar água nos tanques, e para subir retirar essa água.
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	2	5	E1 - ME: [...] a atividade me ajudou a perceber se teria dificuldades (refere-se provavelmente aos passos desenvolvidos). E2 - ME: [...] acredito que os cálculos estão corretos, pois para os dois pés a pressão foi de 17.751,4793 (N/m ² ; para a maior área) e para meio pé 71.005,9172 (N/m ² , para a menor área). E3 - ME: Qual é a maior e a menor pressão (retomada do objetivo); calculei as áreas; descobri o peso; montei uma tabela; calculei a pressão. (Esses passos foram apontados pelo aluno como realizados, e deixando a entender que teriam levado a alcançar o objetivo).
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	4	5	

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Os resultados apresentados no quadro indicam que, na percepção autodeclarada de A1, a intervenção resultou em uma ativação do pensamento metacognitivo para os elementos *planejamento*, *monitoramento* e *avaliação*, especialmente para aspectos associados aos objetivos metacognitivos de: planejar a realização antes da atividade (ou seja, de projetar o percurso a ser executado); observar se o objetivo será alcançado (verificar o percurso em função do objetivo); identificar equívocos (avaliar as decisões tomadas e o andamento do que está sendo realizado); e refletir a respeito do procedimento e dos resultados encontrados (relacionando as escolhas e o percurso executado).

Nas manifestações identificadas, podemos perceber que, para o elemento *planejamento*, o aspecto relacionado ao planejamento da atividade antes da realização de fato aparece,

conforme a percepção do aluno. Esse aspecto, na maioria das vezes, está ligado à utilização de uma fórmula, e o aluno, em sua organização, planeja como irá aplicá-la para solucionar o problema. Embora os demais aspectos desse elemento não tenham sido destacados por A1, observamos que ele organiza as etapas segundo o que julga necessário para a resolução do problema, conforme identificado nos encontros E2, E3 e E5. No entanto, no que refere ao aspecto ligado à construção de um esquema, ou seja, à estruturação da sua ação, não o identificamos em nenhum dos encontros. Esse último aspecto nos chama a atenção, pois, na percepção do aluno, isso é algo que ele já realiza, mas, em nossa análise, esse processo não é evidenciado, mesmo nos momentos em que o aspecto foi estimulado através dos questionamentos.

Para o elemento *monitoramento*, em A1, destacamos dois aspectos: um relacionado à verificação do percurso em função do objetivo, no sentido de passar a ter consciência de que não é adotado, após a intervenção; e o outro relacionado às decisões tomadas frente ao andamento do que está sendo realizado, no sentido de passar a ser adotado, após a intervenção. Em relação ao primeiro, identificamos de forma mais significativa esse aspecto apenas no encontro E5, o que se revela em consonância com a percepção do aluno. Já em relação ao segundo aspecto pontuado, não identificamos nenhuma manifestação significativa que denote a realização de reflexões ao que está sendo realizado, embora, em sua percepção, A1 acredite que tenha passado a recorrer a esse pensamento.

Para o elemento *avaliação*, destacamos que A1 declara proceder à análise de procedimento realizado após a finalizar os cálculos, o que igualmente foi identificado nas análises dos encontros E1, E2 e E3. Nesses encontros, identificamos que A1 analisa os cálculos e os passos desenvolvidos na resolução do problema. Nesse mesmo elemento, o aspecto relacionado à avaliação dos resultados encontrados é expresso pelo aluno como de sua prática e o mantém após a intervenção, o que também é identificado nas manifestações dos encontros E2, E4 e E5. Já no que refere ao aspecto relacionado a comparações entre procedimentos e resultados entre os colegas, A1 evidencia, em sua percepção, que era algo já realizado por ele antes da intervenção, e, após, passou a recorrer mais a esse pensamento, embora não tenhamos identificado nenhuma manifestação significativa para isso. Possivelmente, essa comparação com os colegas era algo que o aluno utilizava no contexto presencial, o que, no contexto de aulas remotas, não teve continuidade, ao menos não de forma explícita.

A fim de compreender um pouco melhor as manifestações apresentadas no componente *controle executivo e autorregulador*, buscamos algumas manifestações evidenciadas no componente *conhecimento do conhecimento*, com o objetivo de olhar como tais componentes

se mostraram relacionados no desenvolvimento da atividade. Para isso, julgamos pertinente analisar as manifestações apresentadas por A1 no segundo encontro, no qual foi desenvolvida uma atividade experimental que previa o favorecimento de todos os aspectos dos elementos integrantes das duas componentes metacognitivas. Observamos que no componente *conhecimento do conhecimento* A1 identifica o objetivo do problema, busca em seus conhecimentos prévios conhecimentos sobre o assunto abordado, realiza relações com situações vivenciais, associa a tarefa à aplicação de uma fórmula e consegue vislumbrar possibilidades para a resolução do problema. Tudo isso é materializado nas manifestações de A1, destacadas a seguir:

Pessoa: [...] discutir o conceito de pressão relacionando o nosso peso e a área de contato dos pés. Eu tenho um sapato igual da foto e dói muito o pé parece que faço mais força. [...] sim, eu lembro que tivemos em aula esse assunto sobre a pressão, e acho que sei qual é a fórmula. [...] A unidade de força lembro que vimos o ano passado que é Newton, já para a área não tenho certeza, não lembro qual seria.

Tarefa: Já fiz atividades práticas e geralmente não tenho dificuldades. Só tenho dúvidas é se na hora de fazer o cálculo não vou acabar me atrapalhando. [...] se for aplicar a fórmula é simples, mas pela minha experiência sempre tem que converter alguma unidade, e é isso que tenho dificuldade.

Estratégia: [...] a área dos pés pensei que talvez o número do calçado pudesse estar relacionado com a área, mas talvez daria para usar a régua. [...] acho mais fácil converter centímetro para metro. Eu faço uma regra de três, eu sei que 1 metro tem 100 centímetros, então 14 cm dará 0,14 m, pois é menos que um metro. [...] para calcular a pressão basta dividir o peso pela área. Mas na tabela é necessário fazer isso para os dois pés, um pé e metade de um pé. Também vi na tabela que a área está em metros quadrados, mas a minha está em centímetros quadrados, então tem que converter.

No componente *controle executivo e autorregulador*, A1, em seu planejamento, procura identificar uma fórmula, detalha de forma organizada os passos que irá desenvolver, confere os resultados que vai obtendo ao longo da resolução e identifica a necessidade de ajustes. Além disso, propõe a resolução e confere se os resultados obtidos nos cálculos fazem sentido frente ao objetivo da tarefa. Sobre isso, A1 registra:

Planificação: 1° - Calcular a área dos pés (a área de um pé, depois dos dois pés e de meio pé); 2° - Pegar a minha massa e multiplicar pela gravidade; 3° - Preencher a tabela com os dados.

Monitoramento: [...] para calcular a pressão basta dividir o peso pela área. Mas na tabela é necessário fazer isso para os dois pés, um pé e metade de um pé. Também vi na tabela que a área está em metros quadrados, mas a minha está em centímetros quadrados, então tem que converter. [...] por exemplo, a área de um pé deu para mim 0,0169 m², então eu pegaria isso e multiplicaria pela mesma área (área elevada ao quadrado). [...] para meio pé então é necessário dividir por dois. [...] agora vou calcular o meu peso, que no caso tenho que fazer a massa vezes gravidade.

Avaliação: A pressão depende da área, se a área for maior a pressão diminui, ou ao contrário, se a área for menor a pressão aumenta. [...] conclui que o que altera é a pressão. O desequilíbrio é devido a diminuição da área de contato do pé. [...] acredito

que os cálculos estão corretos, pois para os dois pés a pressão foi de 17.751,4793 (N/m²; para a maior área) e para meio pé 71.005,9172 (N/m², para a menor área).

Nessa atividade, podemos observar que o aluno recorre a todos os elementos, embora não tenha feito uso de todos os aspectos associados a esses elementos. De modo mais geral, podemos inferir que o aluno se mostra consciente dos seus conhecimentos sobre o tema, retoma experiências associadas e, frente à tarefa a ser desenvolvida, planeja uma ação, reflete durante a execução dessa ação e, ao final, avalia o resultado obtido. A ativação de todos os elementos nessa atividade pode estar associada às experiências anteriores do aluno, que, ao ter realizado outras atividades experimentais e em razão de ter certo domínio do conceito abordado, parece ter encontrado mais facilidade no uso desses elementos. Cabe mencionar que, na análise anterior (referente ao componente conhecimento do conhecimento), observamos que refere à *estratégia*, o aspecto associado à possibilidade de haver outras formas de resolução da tarefa não é recorrido de forma significativa por A1, o que reforça a possibilidade de que ele ative mais elementos metacognitivos nas atividades em que já possui alguma experiência.

5.4.2 Aluno 2

O Quadro 29 apresenta os resultados obtidos para A2 com a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste e registra as manifestações durante os encontros.

Quadro 29 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A2 para o controle executivo e autorregulador.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação durante os encontros
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	3	5	E2 - DE: [...] as medidas do quadrado (retângulo) foram de 13,5 cm e 4 cm. Então, para calcular a área do meu pé preciso multiplicar esses dois valores. [...] para os dois pés acho que é só multiplicar por dois. [...] acho que dividir por dois o valor encontrado para um pé (0,0054) deve dar a área de meio pé. [...] para achar o meu peso devo multiplicar pela aceleração gravitacional. E4 - ME: Para resolver a questão vou fazer um desenho ou um esquema.
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	2	4	E1 - ME: [...] identificar a fórmula de densidade e realizar um cálculo. E3 - ME: 1° Passo – Anotar a fórmula da pressão e as unidades de medida; 2° Passo – Identificar as grandezas envolvidas no experimento; 3° Passo – Fazer um desenho; 4° Passo – Calcular a pressão; 5° Passo – Analisar a resposta com o objetivo. E4 - ME: 1° - Ler a questão atentamente; 2° - Analisar o que se pede; 3° - Tirar as informações; 4° - Desenvolver; 5° - Reler e observar se o objetivo foi alcançado.

				E5 - ME: 1° - Ler e destacar as partes mais importantes ou palavras; 2° - Buscar o significado (das palavras não compreendidas); 3° Responder as perguntas (ao final do texto).
	12. Esquematizo minhas ações.	2	2	E1 - DE: Fiz um desenho para representar a situação. Então, eu desenhei a caneca com leite inicialmente com um volume. Depois, com o aquecimento o leite subiu e derramou, ou seja, ele aumentou de volume. [...] estou fazendo um desenho antes de calcular a densidade para ver se consigo visualizar se o líquido desconhecido fica em cima ou embaixo. E3 - ME: No material o aluno apresenta o desenho das três faces da caixa, com as respectivas medidas, porém há duas faces com medidas iguais o que leva a supor que tenha cometido um equívoco ao medir as faces da caixa. E4 - ME: No material o aluno apresenta um desenho comparando duas montanhas, nas quais uma é mais alta que a outra. Nas legendas apresenta uma relação entre a altitude e a pressão atmosférica.
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	2	2	E4 - ME [...] eu li a questão e tirei todas as informações. Acho que não é necessário pesquisar, pois com o desenho já vai ficar explicado o assunto.
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	4	4	E5 - DE: Na primeira leitura pelo o que entendi o problema está com uma coroa que não era toda feita de ouro, que estava no título. (Segunda leitura) ME: 1° (parte do texto) apresenta um problema sobre a coroa do Rei que teria sido substituído o ouro por prata, e por causa do peso ele desconfiou da mistura, a 2° Arquimedes queria investigar se foi substituído ouro por prata. Ele conseguiu resolver o problema colocando o ouro, a prata e a coroa em um recipiente cheio de água e deu diferença nos volumes de água, e 3° Arquimedes era filósofo e morreu pelos soldados, ele foi um grande sábio [...] na figura dá para ver que o pedaço de prata foi o que mais transbordou água. [...] acho que com o que destaquei do texto consigo responder à pergunta. ME: Estou lendo e destacando algumas palavras, mas o texto é fácil e compreendi como funciona o submarino. (Indicou seis palavras como chave, entre elas flutuação, peso, densidade da água, nível e profundidade).
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	3	4	E2 - DE [...] eu acho que fiz alguma coisa errada. A vírgula está atrás do zero né professora? Porque achei 0,0108 (m ²) é muito pequeno esse valor? [...] pode dar igual as áreas? Eu achei duas iguais. [...] olha eu fiz 0,0108 vezes dois e encontrei 0,0216, e quando dividi por dois deu 0,0054, acho que agora está certo. [...] na hora de preencher a tabela o peso é igual para todos?
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	2	4	E3 - DE: Conclui que a pressão exercida da caixa é 0,192 N/cm ² para a menor face, e 0,068 N/cm ² para as faces maiores. (No material, os dados foram apresentados em uma tabela). [...] acredito que esses resultados estão corretos.
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	4	2	E1 - ME: A resposta deu 0,6 g/cm ³ em cima, porque é menos denso que a água. [...] Sim, permite pois ajudou a tirar os dados da questão e ter uma ideia de como fazer (se referindo a estratégia adotada para a resolução do problema). E3 - ME: 1° - Retomamos o que é pressão; 2° - falamos do objetivo; 3° - destacamos as dificuldades para fazer o cálculo; 4° - discutimos o que fazer para calcular a pressão;

				<p>5º Mediamos a área da nossa caixa, a largura e o comprimento; 6º - Calculamos a massa, o peso; 7º - fizemos o desenho da nossa caixa para depois calcularmos; 9º - e por último fizemos uma tabela com os resultados do peso e da área para descobrir a pressão, que era esse o objetivo. 10º - conclusão: menor a área, maior a pressão e maior a área, menor a pressão.</p> <p>E4 - ME: [...] sim, porque o objetivo é ver se a pressão e a altitude tem relação entre elas. A altitude define se a pressão (atmosférica) é menor ou maior.</p> <p>E5 - DE: A relação é que o Arquimedes resolveu um problema sobre uma coroa que não era toda feita de ouro. [...] ele mergulhou os objetos em um recipiente com água, e com isso observou quanto derramou em cada situação. ME: O objetivo do texto era mostrar como funciona o submarino. O texto era fácil, e ficou bem explicado como ele afunda ou flutua na água.</p>
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	2	2	<p>E1 - DE: Concluí, assim como os colegas, que a densidade é 0,6, e então, esse líquido desconhecido é menos denso que a água, e por isso fica em cima.</p>

Fonte: Dados do estudo, 2021.

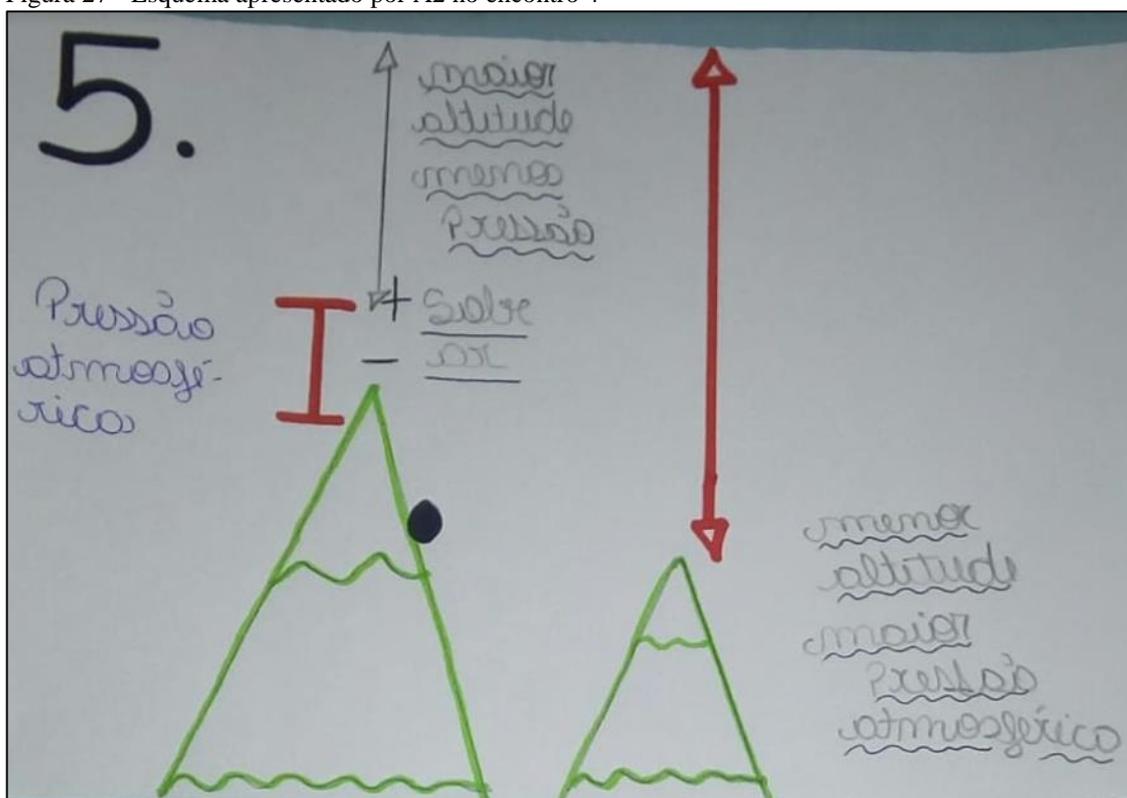
Os resultados apresentados no quadro indicam que na percepção autodeclarada de A2, a intervenção resultou em uma ativação do pensamento metacognitivo para os elementos *planificação*, no sentido de passar a ser adotado, e *avaliação*, no sentido de ter consciência de que não é adotado. Para a *planificação*, são destacados dois itens associados ao objetivo metacognitivo de: planejar a realização antes da atividade (ou seja, de projetar o percurso a ser executado); e proceder à seleção das etapas a serem desenvolvidas (a organização da ação). Já na *avaliação*, é destacado o aspecto relacionado à reflexão do procedimento e dos resultados encontrados (relacionado às escolhas e ao percurso executado).

Considerando essa percepção do aluno, identificamos, nas manifestações expressas por ele, que de fato aparecem indícios de que o elemento *planificação* apresenta uma ativação mais elaborada ao longo do desenvolvimento das atividades. Embora o aspecto relacionado ao planejamento não apareça de forma explícita, observamos que a organização das ações aparece em praticamente todos os encontros. A organização dos passos para a realização da tarefa aparece no E1 de uma forma bastante simples, mas, nos encontros seguintes (E3, E4 e E5), apresentam-se mais detalhadas, de forma hierarquizada, e envolvendo em alguns momentos como o planejamento de uma avaliação dos resultados.

Ainda a respeito desse elemento, é interessante observar que, embora o aluno não apresente consciência a respeito disso, o aspecto relacionado à esquematização da ação aparece frequentemente. A opção, por exemplo, de utilizar uma representação visual parece contribuir

para o desenvolvimento da tarefa. Isso pode ser identificado pelo esquema (Figura 27) construído por ele no encontro E4. Nesse esquema, ele expressa a relação entre a altitude e a pressão atmosférica que o levam a concluir que quanto maior a altitude menor é a pressão, e vice-versa, possivelmente favorecendo a resolução do problema proposto. Cabe salientar que não realizamos uma análise aprofundada dos esquemas apresentados em termos de aprendizagem, assim como não avaliamos se o aluno acertou ou errou, pois, o objetivo estava em observar o modo como o aluno estruturava as suas ações frente ao problema.

Figura 27 - Esquema apresentado por A2 no encontro 4



Fonte: Dados do estudo, 2021.

O elemento relacionado à *avaliação*, segundo a autopercepção de A2, praticamente não é utilizado, mas, nas manifestações, diferentemente do declarado por ele, identificamos que o aspecto relacionado à reflexão sobre os resultados e ao percurso executado aparece em praticamente todos os encontros (E1, E3, E4 e E5). A respeito desse aspecto, o aluno considerou que antes da intervenção ele adotava esse tipo de pensamento metacognitivo, todavia, após a intervenção, ele indica não utilizar. Talvez essa leitura realizada por A2 esteja relacionada ao fato de ele passar a olhar mais para o planejamento da sua ação, ou seja, para a organização das informações e para a esquematização dos passos a serem desenvolvidos.

A respeito do elemento *monitoramento*, podemos observar que A2 aponta que o aspecto relacionado à consciência sobre o objetivo e ao que está sendo realizado já era recorrido por ele, não havendo mudanças com a intervenção. Em nossa análise, esse aspecto foi identificado de forma mais significativa apenas no encontro E4. Nesse mesmo elemento, o aspecto relacionado às decisões tomadas frente ao andamento do que está sendo realizado tem um apontamento de melhora após a intervenção, mas, assim como no anterior, aparece de modo significativo apenas no encontro E2, denotando que não é algo a que o aluno costuma recorrer.

Ao analisar as manifestações de A2 para os elementos do *controle executivo e autorregulador*, buscamos refletir sobre as manifestações identificadas anteriormente, associadas ao componente do *conhecimento do conhecimento*, a exemplo do que foi feito para A1. Nessa análise, destacamos o encontro E4, o qual envolveu a resolução de problemas e também foi um dos encontros em que o aluno conseguiu ativar todos os elementos dos dois componentes. Dessa forma, observamos que no componente *conhecimento do conhecimento* o aluno identificou o objetivo do problema, buscou em seus conhecimentos prévios conhecimentos sobre o assunto abordado, realizou relações com vivências anteriores e conseguiu vislumbrar possibilidades para a resolução do problema, conforme as manifestações destacadas a seguir.

Pessoa: O que a professora quer que a gente faça nesse problema é saber a relação entre a pressão e a altitude.

Tarefa: Quanto mais o “carinha” do vídeo ia subindo a montanha menos ar tinha, então menor era a pressão. No mar tem mais pressão, e quando subimos ou descemos a cerra sentimos o ouvido trancar. Eu já senti isso que foi falado no vídeo. Acho que nunca resolvi um problema assim.

Estratégia: Para resolver o problema acho que é necessário construir um esquema, com um desenho em que pode ser mostrado que a nível do mar tem mais ar, e mais acima (altitude maior) menos ar. Ou fazer um cálculo para demonstrar isso.

Já no componente *controle executivo e autorregulador*, podemos identificar que o aluno planejou a sua ação, detalhou de forma organizada os passos que iria desenvolver, esquematizou, propôs a resolução e avaliou o resultado, conforme é mostrado a seguir:

Planificação: Para resolver a questão faria um desenho ou um esquema.

1° - Ler a questão atentamente; 2° - Analisar o que se pede; 3° - Tirar as informações; 4° - Desenvolver; 5° - Rerler e observar se o objetivo foi alcançado.

Monitoramento: [...] eu li a questão e tirei todas as informações. Acho que não é necessário pesquisar, pois com o desenho já vai ficar explicado o assunto.

Avaliação: [...] sim, porque o objetivo é ver se a pressão e a altitude tem relação entre elas. A altitude define se a pressão (atmosférica) é menor ou maior.

Considerando as manifestações apresentadas por A2, é possível identificar que o fato de estar mais consciente a respeito dos próprios conhecimentos e da tarefa a ser desenvolvida parece ter sido um facilitador no planejamento, e, conseqüentemente, na resolução do problema. Nesse encontro, também observamos que o aluno pensou em mais de uma possibilidade de resolução do problema, como a construção de um esquema ou a utilização de um cálculo, porém, no planejamento, descarta a opção de realizar um dos cálculos e opta pela construção de um esquema. Essa ação revela que houve uma evolução do aluno em termos de identificar estratégias e realizar escolhas para a realização da tarefa, pois, em nossa análise, observamos que nos primeiros encontros o aluno apresentava mais dificuldades em compreender a tarefa e em como executá-la. Isso nos leva a concluir que ele provavelmente tenha recorrido à experiência das atividades realizadas anteriormente para a resolução das novas tarefas.

5.4.3 Aluno 3

O Quadro 30 apresenta os resultados obtidos para A3 com a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste e registra as manifestações durante os encontros.

Quadro 30 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A3 para o controle executivo e autorregulador.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação durante os encontros
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	4	5	E2 - DE: [...] o meu deu 0,084. Então, para dois pés devo pegar esse resultado e multiplicar por dois, e para saber de meio pé é só dividir. [...] depois de calcular as áreas para cada pé, é só calcular o peso. Esses resultados eu coloco na tabela, e daí o que tem que fazer é dividir o peso por essas áreas. E3 - ME: Para resolver a questão precisamos usar a fórmula do peso e da pressão (no material o aluno apresenta as duas fórmulas). E4 - ME: Para resolver o problema vou usar esquemas ou um desenho.
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	3	2	E1 - ME: Resolver os cálculos com a fórmula e depois ver onde vai ficar, se na parte superior ou inferior. E4 - ME: 1° - Ler; 2° - Analisar o que se pede; 3° - Identificar dificuldades; 4° - Pensar como vou resolver; 5° - Resolver. E5 - DE: 1° - Ler todo o texto; 2° - Compreender o que ele quer dizer (relação com o objetivo); 3° - Sublinhar partes importantes.
	12. Esquematizo minhas ações.	2	2	E3 - ME: No material o aluno apresenta três desenhos representando três posições da caixa, com as respectivas medidas. Além disso, coloca que a Posição 1 (assim chamado por ele) corresponde a menor área e maior pressão e a Posição 3 corresponde a maior área e menor pressão. Por fim, coloca uma observação a qual menciona que a massa não muda.

Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	2	3	E5. DE: [...] entendi que o rei tinha prometido uma coroa toda de ouro aos deuses para proteger as suas conquistas, mas ele ficou desconfiado que ela não era todo de ouro. (Segunda leitura) [...] a massa e o volume de ouro e prata eram iguais (possível relação com a densidade) derramou [...] tem um trecho do texto que fala do Arquimedes [...] ele era um filósofo que estava tomando banho e descobriu como ver se a coroa era todo de ouro. [...] acho que com essas informações a resposta do título será respondida.
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	4	4	
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	2	3	
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	3	4	E2 - ME: [...] a pressão depende da área. [...] respondi em partes o objetivo, pois o cálculo da área que eu fiz está errado. E4 - ME: Sim, o objetivo se acerta com a resposta, pois na resposta mostra/fala sobre a pressão atmosférica e sobre a altitude.
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	3	4	E1 - ME: O líquido ficará na parte de cima (apresenta o cálculo para embasar a resposta). [...] a atividade realizada foi bem apresentada, de forma clara, ajudando a entender e resolver o problema. E2 - DE: [...] já fiz todos os cálculos: do primeiro (dois pés) deu 2500, o segundo (um pé) deu 5000 e no terceiro (meio pé) deu 10.000 (N/m ²). [...] o meu peso é 420 (N), e as áreas para os dois pés é 0,168, para um pé 0,084 e para meio pé 0,042. E3 - ME: 1° - Pensamos sobre qual era o objetivo e retomamos algumas coisas do 1° encontro; 2° - Discutimos sobre os conceitos de pressão, força e área; 3° - Identificamos nossas dificuldades; 4° - Identificamos a fórmula de como calcular a pressão; 5° - Vimos as posições da caixa e medimos em cm a largura e o comprimento (que depois tivemos que passar para m); 6° - Calculamos os resultados e fizemos uma tabela. E5 - DE: O texto era pequeno e fácil de ler, não foi tão difícil. [...] ele colocou objetos de mesma massa, porém de volumes diferentes na água, e com isso observou quanto derramou em cada situação. [...] sim foi possível responder o objetivo da atividade, que era relacionar a coroa, Arquimedes e a densidade.
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	4	3	E2 - DE: [...] acho que os meus resultados foram bem diferentes (comparando com os dos colegas) porque errei na transformação da unidade (cm ² para m ²).

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Os resultados apresentados no quadro indicam que, na percepção autodeclarada de A3, a intervenção resultou em uma pequena melhora ao que se refere à ativação do pensamento metacognitivo para os elementos *planificação* e *avaliação*, especialmente para aspectos

associados aos objetivos metacognitivos de: planejar a realização antes da atividade (ou seja, de projetar o percurso a ser executado); avaliar os resultados em função do objetivo (observar os resultados encontrados) e refletir a respeito do procedimento e dos resultados encontrados (relacionado às escolhas e ao percurso executado).

Ao analisarmos as falas e os materiais produzidos, identificamos, nas manifestações do aluno, que, para o elemento *planificação*, o aspecto relacionado ao planejamento antes da realização da atividade aparece em três encontros (E2, E3 e E4), conforme identificado por A3. Esse planejamento, segundo a percepção do aluno, já era algo que costumava fazer antes da intervenção, e, após a intervenção, passou a recorrer sempre a esse pensamento. O aspecto relacionado à seleção e à avaliação das etapas do planejamento aparece também em três encontros (E1, E4 e E5), embora o aluno tenha percebido uma utilização pouco expressiva desse aspecto. Por fim, o aspecto ligado à esquematização aparece em apenas um encontro (E3), demonstrando que de fato esse pensamento não foi ativado de forma significativa, conforme apontado por A3.

No elemento *monitoramento*, o aluno revela que não conseguiu identificar se recorreu ou não aos aspectos associados à verificação do percurso em função do objetivo, tampouco conseguiu perceber se procedeu à identificação de equívocos no andamento do que está sendo realizado durante as atividades. Na análise das manifestações, identificamos indícios desse aspecto apenas no encontro E5, o que revela que ele não foi mobilizado por A3. A respeito do aspecto associado à consciência sobre o que está sendo feito e à sua relação com o objetivo, A3 coloca que era algo já realizado por ele, não havendo mudanças após a intervenção, mas, em nossa análise, não identificamos essa característica em nenhuma manifestação ligada a essa questão.

Para o elemento *avaliação*, identificamos que o aspecto relacionado à avaliação frente ao objetivo aparece nos encontros E2 e E4, embora, na percepção do aluno, esse pensamento tenha passado a ser mais utilizado por ele. Já o aspecto ligado à reflexão sobre os resultados e ao percurso executado, identificamos manifestações em praticamente todos os encontros (E1, E2, E3 e E5), o que vem ao encontro a percepção do aluno. Ainda, para esse mesmo elemento, o aspecto relacionado a comparações entre procedimentos e resultados entre os colegas, A3 evidencia em sua percepção, que era algo já realizado por ele antes da intervenção, e após passou a recorrer menos a esse pensamento. Essa identificação do aluno pode estar relacionada ao contexto do ensino remoto, que não favoreceu o desenvolvimento dessas comparações.

Assim como fizemos anteriormente, realizamos uma análise das manifestações de A3 para os elementos do *controle executivo e autorregulador* juntamente com os elementos

associados ao componente do *conhecimento do conhecimento*. Nessa análise, destacamos o encontro E5, o qual abordava a leitura e a compreensão de um texto relacionado ao conceito de empuxo. Dessa forma, observamos que, no componente *conhecimento do conhecimento*, o aluno identificou o objetivo do problema, buscou em seus conhecimentos prévios conhecimentos sobre o assunto abordado e experiências ligadas à tarefa e conseguiu vislumbrar possibilidades para a resolução do problema, conforme podemos ver nas manifestações destacadas a seguir:

Pessoa: Acho que consigo identificar sim, o assunto é sobre densidade que tenho conhecimento.

Tarefa: Não li nada sobre a parte que fala da coroa ou de Arquimedes, mas sobre densidade já trabalhamos esse conceito. [...] não gosto de ler, sou muito “distraída” e acabo me perdendo. [...] pode ser que tenha dificuldades, pois sei apenas sobre a densidade, e é um texto da Física, então não deve ser fácil. [...] não tenho ideia de como responder à pergunta apresentada no título.

Estratégia: Para compreender o texto acho que primeiro tem que ler, prestar muita atenção no que o texto quer dizer, focar e se necessário ler novamente.

No componente *controle executivo e autorregulador*, foi possível identificar que o aluno detalhou de forma organizada os passos que iria desenvolver, e verificou se no andamento da atividade iria chegar ao objetivo e realizou uma reflexão final frente à resolução e ao objetivo da atividade, conforme é mostrado a seguir:

Planificação: 1° - Ler todo o texto; 2° - Compreender o que ele quer dizer (relação com o objetivo); 3° - Sublinhar partes importantes.

Monitoramento: [...] entendi que o rei tinha prometido uma coroa toda de ouro aos deuses para proteger as suas conquistas, mas ele ficou desconfiado que ela não era todo de ouro. (Segunda leitura) [...] a massa e o volume de ouro e prata eram iguais (possível relação com a densidade) derramou [...] tem um trecho do texto que fala do Arquimedes [...] ele era um filósofo que estava tomando banho e descobriu como ver se a coroa era todo de ouro. [...] acho que com essas informações a resposta do título será respondida.

Avaliação: O texto era pequeno e fácil de ler, não foi tão difícil. [...] ele colocou objetos de mesma massa, porém de volumes diferentes na água, e com isso observou quanto derramou em cada situação. [...] sim foi possível responder o objetivo da atividade, que era relacionar a coroa, Arquimedes e a densidade.

Destacamos esse encontro porque, na análise, identificamos manifestações de todos os elementos, das duas componentes, embora nem todos os aspectos desses elementos tenham sido contemplados. É interessante observar que no componente *conhecimento do conhecimento* o aluno apresenta consciência a respeito do que sabe sobre o assunto, mas especialmente sobre a sua relação com a tarefa. Em suas manifestações, A3 revela que não gosta de ler, que se distrai durante a leitura e percebe que poderá ter dificuldades, principalmente porque o texto aborda

conceitos de Física. Diante disso, percebe que estrategicamente precisará ler com atenção e manter o foco para compreender o texto. A consciência dessas dificuldades e de como se vê na realização desse tipo de atividade possivelmente o tenha auxiliado na construção de um plano e na concretização da atividade.

Embora na atividade proposta no encontro E5 o aluno tenha mobilizado todos os elementos metacognitivos, observamos que nos demais encontros nem todos foram ativados. Identificamos que no componente *conhecimento do conhecimento* o aluno não apresentava, na maioria das vezes, consciência a respeito de experiências do cotidiano e de atividades realizadas por ele para resolver as novas tarefas. Ademais, no componente *controle executivo e autorregulador*, identificamos que o aluno apresentava um planejamento que envolvia a organização de passos para desenvolver a tarefa, mas, durante a execução, apresentava dificuldades de compreensão do objetivo e de como esse se relacionava com o desenvolvimento da tarefa. Isso nos permite compreender que a falta da retomada de experiências anteriores, ou a consciência de que precisava realizar essa retomada, prejudicou a execução das novas tarefas, pois em todas as atividades o aluno se deparava com algo totalmente novo.

5.4.4 Aluno 4

O Quadro 31 apresenta os resultados obtidos para A4 com a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste e registra as manifestações durante os encontros.

Quadro 31 - Resultado do pré e pós-teste e as manifestações de A4 para o controle executivo e autorregulador.

Elemento metacognitivo e assertivas do questionário		Pré	Pós	Manifestação durante os encontros
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	4	4	E1 - ME: Para resolver o problema é necessário fazer um cálculo. Tem que dividir a massa pelo volume, ou vice-versa.
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	3	4	E2 - DE: [...] vou calcular primeiro todas as áreas (se referindo a área dos dois pés, um e meio pé) e completar na tabela. Depois vou calcular o peso, a minha massa é 80 kg, então o meu peso dá 800 N. E daí, é só dividir o peso (se referindo as áreas calculadas). E3 - DE: [...] primeiro tem que calcular a área, depois o peso e daí dividir para descobrir a pressão. E4 - ME: 1° - Ver se já tive essa experiência, ou seja, se sei algo; 2° - Ler atentamente; 3° - Sublinhar palavras desconhecidas; 4° - Ver se a resposta está certa. E5 - ME: 1° - Ler todo o texto; 2° - Sublinhar palavras chaves e as dúvidas; 3° - Pesquisar sobre as dúvidas.
	12. Esquematizo minhas ações.	4	3	E1 - DE: Eu desenhei a caneca de leite antes de colocar sobre a chama do fogão. Depois, a caneca sobre a chama e representei o leite derramando. No primeiro, o volume era menor e no segundo o volume aumentou. (O aluno está

				<p>fazendo uma relação entre o aumento de temperatura e o volume)</p> <p>E4 - DE: Eu tinha pensado inicialmente em fazer um cálculo para responder à questão, mas não tem dados. Vou fazer um desenho para demonstrar porque desenhar eu sou melhor que escrevendo. ME: No material o aluno apresenta o desenho de uma estrada e um morro, onde destaca que “quanto mais alto terá menor ar, e quanto mais baixo mais pressão atmosférica”, possivelmente associando que a altitude menor, tem uma camada de ar maior, e, portanto, a pressão atmosférica é maior.</p>
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	4	4	<p>E2 - [...] na tabela quando eu coloco o peso é igual para todos, pois o peso não muda se eu estiver com os dois pés ou com um pé. [...] aqueles cálculos de dividir e multiplicar então são as áreas, que no caso, são diferentes aqui na tabela. [...] do meio pé eu coloco aquele resultado que dividi por dois, quando é de dois pés coloco o resultado da multiplicação por dois, e de um pé é o valor normal. [...] a área do quadrado seria aquele valor multiplicado, por exemplo, do meu 0,0442 (área dos dois pés). O peso não mudou, mas a minha área diminuiu, então deve aumentar a pressão.</p> <p>E5 - DE: Nessa primeira leitura compreendi mais ou menos o que o texto quer dizer. Acho que tenho que ler novamente. (Segunda leitura) [...] no texto fala em troca de material (ouro e prata). Acho que o rei desconfiou porque deve ter ficado mais leve (coroa) [...] não saberia responder ainda à pergunta do título.</p>
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	4	4	
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	4	4	<p>E1 - DE: Não sei se a minha conta está correta. Fiquei pensando, será que devo fazer massa dividido pelo volume, ou o volume dividido pela massa? [...] eu fiz uma conta e pensei assim: fiz 30 dividido por 50 e deu um número (0,6). Então pensei que se ele fosse negativo ele ficaria na parte de cima, mas como deu um número positivo penso que o líquido desconhecido esteja na parte de baixo.</p> <p>E2 - DE: [...] nossa deu muitas vírgulas, o resultado do primeiro deu 800 dividido pelo o que deu dos dois pés (0,0442) 18.099,54. [...] professora acho que deu errado porque se no 800 dividido por 0,0442 deu 18.099,54 como é possível que 800 dividido por 0,0221 deu 36.199,08?</p>
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	4	4	<p>E1 - DE: O leite conforme esquenta mais ele sobe então se esquentar muito pode derramar. [...] O exemplo do ar condicionado é o contrário do leite. Já que o leite é menos denso ele sobe, e já que o ar frio é mais denso ele desce.</p> <p>ME: No material o aluno mostra que o valor encontrado é 0,6 g/cm³, e com esse resultado coloca que o líquido “vai ficar embaixo”. E, para finalizar escreve que o valor está correto.</p>
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	3	4	<p>E2 - ME: [...] se a área diminui a pressão aumenta. [...] eu calculei as áreas para os pés, depois o peso e a pressão. [...] acho que isso responde o objetivo.</p> <p>E3 - De: primeiramente eu fiz as medidas da caixa, depois tive que usar a fórmula da densidade para encontrar a massa da caixa de leite, depois calculei o peso, coloquei os dados na tabela e dividi o peso pela área. [...] acho que fiz tudo certo e respondi à pergunta.</p> <p>E4 - ME: 1° - Eu vi se já tinha acontecido comigo (a mudança de altitude) e já aconteceu. 2° - Eu li atentamente; 3° - Eu vi</p>

				se a resposta estava correta; 4° - Eu não precisei sublinhar nada, porque compreendi a questão. Não cheguei no meu objetivo (se refere ao cálculo que faria) mas encontrei outra maneira de responder à questão (se referindo ao desenho). E5 - DE: A parte da coroa e do Arquimedes eu entendi. [...] o que ele fez (Arquimedes) foi colocar na água os objetos e comparar o quanto de água que derramou. [...] acho que a estratégia que usei para a leitura foi boa.
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	4	3	

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Os resultados apresentados no quadro indicam que na percepção autodeclarada de A4 a intervenção resultou em uma pequena melhora ao que se refere à ativação do pensamento metacognitivo para os elementos *planificação* e *avaliação*, especialmente para aspectos associados aos objetivos metacognitivos de: selecionar as etapas a serem desenvolvidas (a organização da ação) e refletir a respeito do procedimento e dos resultados encontrados (relacionado às escolhas e ao percurso executado).

Em nossa análise, as manifestações apresentadas indicam que, para o elemento *planificação*, o aspecto relacionado ao planejamento antes da realização da atividade aparece apenas no encontro E1, embora, na autopercepção de A4, isso seja algo já utilizado por ele e que se manteve durante a intervenção. O aspecto relacionado à seleção das etapas a serem desenvolvidas – o qual na autopercepção do aluno apresentou uma pequena melhora após a intervenção – aparece nos encontros E2, E4 e E5, nos quais é possível observar, em alguns momentos, uma organização e hierarquização dos passos a serem desenvolvidos para a realização da tarefa, vindo ao encontro do que é destacado por ele. Já o aspecto relacionado à construção de um esquema, ao qual o aluno não consegue avaliar se recorreu ou não, aparece apenas nos encontros E1 e E2.

No que refere ao elemento *avaliação*, relacionado à reflexão sobre o procedimento e os resultados encontrados, A4 aponta uma pequena melhora. Tal característica é identificada nos encontros E2, E4 e E5, estando, portanto, em acordo com a percepção do aluno. O aspecto relacionado à avaliação do resultado em função do objetivo aparece em apenas um encontro, embora, na percepção de A4, esse pensamento já era ativado por ele antes da intervenção. Ainda, para esse elemento, no que concerne ao aspecto relacionado a comparações entre procedimentos e resultados entre os colegas, na percepção de A4, isso já era algo realizado por ele antes da intervenção. Já após a intervenção, A4 registra não conseguir identificar se utiliza

essa forma de pensamento. Essa dificuldade de o aluno compreender se recorreu ou não a esse aspecto talvez esteja relacionada ao contexto remoto no qual se deu a intervenção.

Para o elemento *monitoramento*, na autopercepção de A4, não houve mudanças significativas com a intervenção, pois considera que já recorria a esse pensamento antes da intervenção. No entanto, na análise das manifestações, identificamos que o aspecto relacionado à consciência sobre o objetivo e ao que está sendo realizado aparece de forma significativa nos encontros E2 e E5, o que evidencia que esse pensamento não é utilizado com recorrência pelo aluno. Com relação ao aspecto envolvendo as decisões tomadas frente ao andamento do realizado, não foram identificados indícios de que esse pensamento seja utilizado por A4, embora, na sua autopercepção, ele julgue que recorra a esse processo na maioria das vezes. Por fim, o aspecto relacionado a paradas para a identificação de equívocos aparece nos encontros E1 e E2, denotando que esse não é um pensamento utilizado com frequência pelo aluno.

Para realizarmos um fechamento desta etapa de análise, e conforme realizamos com os demais participantes da pesquisa, analisamos as manifestações apresentadas para os componentes *conhecimento do conhecimento* e *controle executivo e autorregulador*. Nesse sentido, destacamos o encontro E5, que abordava a leitura e a compreensão de um texto relacionado ao conceito de empuxo. Para o componente *conhecimento do conhecimento*, observamos que, no encontro E5, o aluno identificou o objetivo do problema, buscou experiências ligadas à tarefa e conseguiu vislumbrar possibilidades para a resolução do problema, conforme podemos ver nas manifestações destacadas a seguir:

Pessoa - [...] ele (o texto) irá explicar esse conceito e a relação dele com o rei e o Arquimedes.

Tarefa - [...] gosto de ler, mas confesso que não faço isso com frequência. Até gosto de livros que envolvem coisas do espaço, mas não lembro de nenhum. Acho que teria dificuldades se aparecer alguma coisa de cálculo no texto. Não saberia responder à pergunta feita no título, mas fiquei bem curioso para descobrir.

Estratégia - [...] acho que tem que ler com muita atenção e ir observando o que cada coisa tem em comum no texto (coroa, densidade e Arquimedes).

No *controle executivo e autorregulador*, é possível identificar que o aluno planejou a sua ação, detalhou de forma organizada os passos que iria desenvolver, verificou se no andamento da atividade iria chegar ao objetivo e realizou uma reflexão final frente à resolução e ao objetivo da atividade, conforme é mostrado a seguir:

Planificação: 1° - Ler todo o texto; 2° - Sublinhar palavras chaves e as dúvidas; 3° - Pesquisar sobre as dúvidas.

Monitoramento: Nessa primeira leitura compreendi mais ou menos o que o texto quer dizer. Acho que tenho que ler novamente. (Segunda leitura) [...] no texto fala em

troca de material (ouro e prata). Acho que o rei desconfiou porque deve ter ficado mais leve (coroa) [...] não saberia responder ainda à pergunta do título.

Avaliação: A parte da coroa e do Arquimedes eu entendi. [...] o que ele fez (Arquimedes) foi colocar na água os objetos e comparar o quanto de água que derramou. [...] acho que a estratégia que usei para a leitura foi boa.

O encontro E5 foi escolhido porque identificamos manifestações de todos os elementos dos dois componentes, embora nem todos os aspectos desses elementos tenham sido contemplados. No *conhecimento do conhecimento*, observamos que o aluno identifica o objetivo da atividade, a sua relação com esse tipo de tarefa e a qual estratégia precisará recorrer para resolver a atividade. Nas manifestações, A4 revela que não gosta de ler, avalia que pode ter dificuldades se a leitura envolver cálculos, e pondera que em razão dessas dificuldades talvez precise ler com mais atenção e tenha de observar o que o texto irá apresentar para atingir o objetivo. Em seu planejamento, ele prevê a leitura de todo o texto e antecipa a possibilidade de, em caso de não compreender a leitura, proceder uma pesquisa. Durante o contato com o texto, identifica a necessidade de realizar outra leitura, e vai destacando trechos e comparando-os com o objetivo da atividade. Ao final, apresenta a sua solução e avalia a sua estratégia.

A mobilização de todos os elementos metacognitivos pode ser observada em outros encontros, denotando que o desenvolvimento das atividades proporcionou a ativação desses elementos pelo aluno, embora alguns aspectos tenham sido mais privilegiados que outros. No entanto, observamos que especialmente na avaliação da estratégia empregada e de como se deu o desenvolvimento da atividade, o aluno apresenta certa segurança e confiabilidade nos resultados que encontrou, o que nem sempre de fato aconteceu. Ao analisarmos os materiais e os diálogos produzidos nos encontros, percebemos que, por vezes o aluno revela uma ideia equivocada, mas que não era percebida por ele. Diante disso, compreendemos que mesmo que o aluno tenha conseguido resgatar suas experiências anteriores e que embora tenha planejado a sua ação e a executado, ainda não conseguiu adquirir consciência de uma avaliação quanto à coerência dos resultados. Sobre isso, cabe salientar que nossa intenção neste momento não é aprofundar as questões relacionadas à aprendizagem, e sim proceder à mobilização dos elementos através das atividades propostas.

5.5 Análise do controle executivo e autorregulador

Tal como fizemos na categoria conhecimento do conhecimento, a seguir, passamos a analisar a intervenção em termos do controle executivo e autorregulador, considerando dois momentos: a evolução no uso das estratégias metacognitivas relacionadas ao controle executivo

e autorregulador na autopercepção dos alunos (questionários); e os dados obtidos por meio da análise realizada nas manifestações dos alunos durante a participação nos encontros (diálogos), no envio dos áudios e pelo material produzido por eles. Cabe salientar novamente que nem todos os aspectos de cada elemento metacognitivo foram privilegiados de igual maneira nas atividades, como pode ser visualizado na ficha dos elementos metacognitivos que acompanha as atividades de cada uma das propostas de atividades.

Considerando que em cada atividade estão explicitados os itens a serem favorecidos (Ficha dos elementos metacognitivos), apresentamos os quadros de número 32, 33 e 34, no qual indicamos com “X” se houve manifestação do item para cada aluno e em cada encontro.

Quadro 32 - Identificação da presença do elemento metacognitivo *planejamento* segundo análise externa.

Encontro	Itens presentes na ficha dos elementos metacognitivos em cada atividade	A1	A2	A3	A4
1	10. Planejamento como devo realizar.	X			X
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.		X	X	
	12. Esquematizo minhas ações.		X		X
2	10. Planejamento como devo realizar.	X	X	X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X			X
	12. Esquematizo minhas ações.				
3	10. Planejamento como devo realizar.	X		X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X	X		
	12. Esquematizo minhas ações.		X	X	
4	10. Planejamento como devo realizar.		X	X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.		X	X	X
	12. Esquematizo minhas ações.		X		X
5	10. Planejamento como devo realizar.				
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X	X	X	X
	12. Esquematizo minhas ações.				

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Quadro 33 - Identificação da presença do elemento metacognitivo *monitoramento* segundo análise externa.

Encontro	Itens presentes na ficha dos elementos metacognitivos em cada atividade	A1	A2	A3	A4
1	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X			
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.				
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.				X
2	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X			X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.				
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.		X		X
3	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.				
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.				
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.				
4	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.		X		
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.				
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.				

5	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.			X	X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	X	X		
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.				

Fonte: Dados do estudo, 2021.

Quadro 34 - Identificação da presença do elemento metacognitivo *avaliação* segundo análise externa.

Encontro	Itens presentes na ficha dos elementos metacognitivos em cada atividade	A1	A2	A3	A4
1	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.				X
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X	X	X	
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.		X		
2	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X		X	
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X		X	X
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.			X	
3	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.		X		
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X	X	X	X
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.				
4	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X		X	
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.		X		X
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.				
5	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X			
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.		X	X	
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.				

Fonte: Dados do estudo, 2021.

O elemento *planificação* refere-se ao planejamento das atividades a serem executadas e é expresso pelos aspectos associados ao planejamento de como a atividade deve ser realizada, à seleção e à avaliação de cada uma das etapas a ser realizada, além da esquematização das ações. Brown (1978) infere a *planificação* como o elemento que envolve a definição de objetivos, a seleção de estratégias apropriadas, as predições, estratégia de sequenciamento e alocação de recursos. Assim, esse elemento seria o responsável por possibilitar que os alunos planejem suas ações e estruturam o modo como responderam ao objetivo cognitivo da atividade.

Para o elemento metacognitivo *planificação*, identificamos que o item 10 (Quadro 32), relacionado ao planejamento do percurso a ser desenvolvido, mostrou uma evolução mais significativa para A1 e A2, e menos expressiva para A3 e A4. Tal evidência tem por base suas autopercepções declaradas e a análise dos diálogos e materiais. Ainda, na análise, identificamos que o item 11 (Quadro 32), que tratava da seleção e organização das etapas a serem desenvolvidas, foi mencionado por todos os alunos e na maioria dos encontros, o que se efetiva mesmo que, em suas autopercepções, esse aspecto não tenha se mostrado com registro expressivo. Na intervenção didática, identificamos a potencialidade em termos de oportunizar

que os estudantes planejem a sua ação e possam organizá-la em etapas antes de iniciar a atividade.

Com relação ao limite desse elemento metacognitivo e que ficou aquém do desejado na atividade, destacamos que a esquematização da ação foi um aspecto pouco mobilizado pelos alunos nas atividades, mesmo nos momentos em que os questionamentos estimularam a construção de um esquema. Como exemplo, mencionamos os seguintes questionamentos presentes nas atividades desenvolvidas: “A partir dessa identificação, faça um esquema (desenho) que possibilita expressar a situação apresentada (movimento do leite ocasionado pelo aquecimento na parte inferior)” – item “e” da atividade 1 na proposta de atividade 1; “Lembre-se de recorrer ao uso de desenhos/esquemas que esbocem cada etapa realizada” – item “f” da atividade 3 na proposta de atividade 3. Embora esses questionamentos estivessem presentes nas atividades e em outros momentos, até que a sua utilização tenha sido proposta aos alunos, observamos que A1 não recorreu ao uso desse pensamento em nenhuma atividade, e que A3 fez isso uma única vez. Já A2 e A4 fizeram uso desse pensamento com mais frequência, e, em nossa análise, esse aspecto parece ter favorecido, especialmente a A2, no desenvolvimento da atividade.

O elemento *monitoramento* representa o acompanhamento da ação para avaliar se, a partir do planejamento realizado e da ação em execução, chegar-se-á ao objetivo pretendido. Ele foi representado pelos itens que questionavam se os alunos acompanhavam cada etapa frente ao objetivo final, se perguntavam constantemente se iriam atingir o objetivo e se realizavam paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas. Desse modo, e conforme destaca Rosa (2011), a *monitoramento* representa o momento de aquisição da informação sobre os processos de pensamento ligados a decisões sobre a tarefa, sobre como está sendo realizada e sobre o desenvolvimento. Além disso, relaciona-se à percepção sobre a possibilidade de o objetivo ser alcançado. A respeito desse elemento, Brown (1987) destaca a sua grande contribuição para o êxito da ação, pois é através do acompanhamento que se faz possível reorganizar o planejamento inicial e, portanto, se estabelece uma proximidade com a planificação.

Para o elemento metacognitivo *monitoramento*, tem-se a identificação de um efeito pouco expressivo frente à autopercepção dos estudantes, exceto para A1, que aponta uma evolução para esse elemento. Na análise dos diálogos e materiais produzidos, identificamos que de fato esse elemento se mostrou pouco significativo, especialmente para A3, que praticamente não conseguiu ativar aspectos desse elemento nas atividades realizadas. De todo modo, identificamos que o aspecto relacionado à verificação do percurso em função do objetivo foi o

que mais se mostrou mobilizado nas atividades, enquanto que a consciência do objetivo e a avaliação do que está realizado praticamente não são ativadas. Essa dificuldade corrobora resultados encontrados por Rosa (2011) ao utilizar os mesmos elementos metacognitivos em uma proposta de organização didática para a realização de atividades experimentais em Física. A autora, em sua análise, aponta que esse elemento é de difícil operacionalização didática, uma vez que requer uma ação durante a atividade e que dificilmente os estudantes conseguem executá-la paralelamente.

Em nossa análise, identificamos que, para A2, A3 e A4, a ativação desse elemento foi pouco significativa, ou mesmo sem variação para alguns aspectos do elemento *monitoramento* e que estavam relacionados ao fato de que, para eles, esse pensamento já era utilizado antes da intervenção. No entanto, nas manifestações, tais aspectos apontados por esses alunos não foram identificados, revelando que não apresentam consciência de que não realizam reflexões acerca do percurso da atividade, da relação com o objetivo ou mesmo a possibilidade de terem cometido erros ou a necessidade de ajustes para a resolução da tarefa.

O elemento *avaliação* está associado ao confronto do resultado com o objetivo pretendido e está relacionado aos itens que questionavam se os alunos avaliavam o resultado encontrado em função do objetivo proposto e se realizavam uma reflexão ao final para verificar como a atividade foi desenvolvida e para identificar o procedimento e o resultado encontrado em comparação aos colegas. Sobre esse elemento, Rosa (2011) destaca que a avaliação envolve não apenas os registros dos resultados finais, mas o entendimento desses em relação ao objetivo da tarefa e uma reflexão a respeito de possíveis erros que possam ter sido cometidos ao longo do processo. A autora ressalta, também, que esse é o momento pelo qual o aluno verifica se compreendeu a atividade e o conhecimento envolvido.

A respeito desse elemento metacognitivo e da autopercepção declarada pelos alunos, temos a identificação de uma mudança mais expressiva para A1 e A2, e um efeito menor para A3 e A4, em alguns dos itens ou aspectos desse elemento. Em nossa análise, a avaliação apareceu em todos os encontros, com destaque ao aspecto relacionado à reflexão ao final da atividade sobre a forma como ela foi realizada, o que se revelou favorecido pelas atividades e questionamentos propostos. Ainda, identificamos que a análise do procedimento e do resultado encontrado no desenvolvimento da atividade frente aos demais colegas praticamente não foi favorecida nas atividades realizadas, o que pode estar relacionado com o contexto remoto em que se deu a realização dos encontros, como já assinalamos neste texto.

Para finalizar nossa análise e procedermos às considerações finais do estudo, destacamos que, em relação a essa última categoria, ela se mostra diretamente vinculada à

anterior, reforçando o anunciado por Flavell (1976; 1979) de que o pensamento metacognitivo ocorre a partir de tomada de consciência dos sujeitos sobre seus conhecimentos e a consequente regulação da ação. Essa perspectiva foi operacionalizada no contexto didático por Rosa (2011) de modo a mostrar a necessidade de potencializar a ativação das duas componentes e seus respectivos elementos. Esse entendimento se diferencia de outros da literatura, como anunciamos nos capítulos iniciais desta tese, uma vez que ele traz explicitamente a necessidade de olhar e propor estratégias que favoreçam a ativação dos elementos que integram o conhecimento do conhecimento, o que, em grande parte das intervenções didáticas, não é explicitado.

Neste momento, retomamos aos estudos de Monereo e colaboradores, sobre os quais nos apoiamos para mostrar a importâncias do uso de estratégias metacognitivas e que inferem um modelo a partir da componente associada ao controle executivo e autorregulador. Nele, o limite está na não inclusão de momentos explícitos para ativar a tomada de consciência na forma como proposta por Flavell e Wellman (1977), o que no presente estudo se mostrou intrinsecamente ligado à segunda componente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar esse trabalho retomamos o questionamento inicial no qual definimos como foco da investigação a busca por analisar se a intervenção didática elaborada a partir do uso de questionamentos metacognitivos é favorável de uma mobilização cognitiva que possibilita aos estudantes ser mais consciente de seus conhecimentos e com isso ser capaz de autorregular suas ações. Nesse contexto, tomamos com referência à análise dos próprios participantes (consciência metacognitiva autodeclarada) e as inferências da pesquisadora a partir da produção de dados pela verbalização e por registros escritos dos participantes.

Como recorte do estudo foram selecionados quatro estudantes que declaradamente recorriam pouco a pensamentos de natureza metacognitiva durante as aulas de Física e que de acordo com as avaliações escolares apresentam rendimentos acadêmicos insatisfatórios perante os critérios estabelecidos pelo sistema educacional a que pertencem, sendo considerados, portanto, alunos com dificuldades de aprendizagem em Física. Essa necessidade de recorte no estudo foi dada após os resultados dos primeiros passos dados na forma de um conjunto de ensaios, no qual utilizamos nas aulas de Física de diferentes turmas estratégias metacognitivas seguindo o proposto por autores da área. Essas estratégias se mostraram válidas, porém revelaram que os alunos com dificuldade de aprendizagem apresentavam um potencial de envolvimento com as atividades orientadas pela metacognição de forma diferenciada dos que não apresentavam dificuldade de compreensão em Física. Esses dados obtidos de forma empírica e a partir das nossas observações, levam ao recorte dado para o segundo momento do estudo, no qual buscamos analisar de forma detalhada a ação dos estudantes. A partir dessas considerações, a intervenção didática proposta no estudo foi desenvolvida para um pequeno grupo considerado a partir dos critérios mencionados.

Para a análise da intervenção didática com o grupo seletivo de estudantes, foi escolhido uma unidade de ensino – Hidrostática, que foi estruturada didaticamente de forma a envolver estratégias de orientações metacognitivas, com objetivo de promover a ativação dessa forma de pensamento nos estudantes. Foram estruturados seis encontros de modo que cada um continha um conjunto de atividades organizadas de forma a envolver momentos explícitos de ativação de pensamento metacognitivo, tomando como referência o estudo de Rosa (2011), mas se distinguindo deste por não utilizar momentos de parada para ativação do pensamento metacognitivo (*prompts*), mas por associar os questionamentos ao próprio desenvolvimento da atividade didática.

A autora defende a necessidade de incluir situações didática que favoreçam a ativação das duas componentes metacognitivas e seus respectivos elementos (pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoramento, avaliação), o que foi adotado como aspecto central do presente estudo. Cada encontro foi disposto de modo a promover os seis elementos, todavia, envolvendo aspectos distintos desses elementos como ficou evidenciado na “Ficha dos elementos metacognitivos contemplados na atividade”. Além disso, foi distribuído ao longo de cada encontro uma ativação que percorria de forma igualitária o número de itens em cada elemento metacognitivo. Esse cuidado acrescido do pré e pós-teste possibilitaram avaliar como (e se!) ocorreu a ativação do pensamento metacognitivo dos participantes a partir das situações didáticas estruturadas e desenvolvidas com os participantes.

Disso tudo, temos como resultado que essa estruturação didática metacognitiva se revelou viável em termos didáticos, mas, sobretudo, potencialmente significativa para favorecer a adoção do pensamento metacognitivo nos estudantes. Nessa conclusão consideramos que há alunos que inicialmente apresentavam dificuldades em termos de ser consciente de seus próprios conhecimentos, de planejar, acompanhar e avaliar suas ações. Mas, na medida em que as atividades foram sendo desenvolvidas eles passaram a identificar tal necessidade, e ao final anunciaram a adoção dessa forma de pensamento. Ao inserirmos de modo dialogado e sistemático em cada atividade didática aspectos que contribuía para que cada estudante fosse mais consciente e autorregulado, estávamos favorecendo a sua adoção como estratégia de aprendizagem e que esperamos possa ser entendida como uma ação a ser utilizadas em outros contextos, inclusive para além das situações de aprendizagem escolar.

Carles Monereo, um dos autores referência desse estudo, nos mostra que ensinar a ser estratégico envolve o desenvolvimento de habilidades de pensamento os quais possam levar os estudantes a aprender a aprender e aprender a pensar de forma autônoma, e não apenas acumular conhecimentos sem significado. Neste sentido, o autor destaca que para que haja a efetivação desse processo no contexto escolar o professor, por meio da sua metodologia de ensino pode contribuir para que os alunos passem a adotar essa forma de pensamento. Sendo assim, ensinar os alunos a agir estrategicamente, durante o seu aprendizado, significa “passar a função reguladora desempenhada pelo professor para autorregular sua aprendizagem, e assim planejar, controlar e avaliar suas operações mentais enquanto aprendem um processo de ensino” (MONEREO, 2011, p. 67, tradução nossa).

Evidentemente que a situação descrita em termos de favorecedora da ação do pensamento metacognitivo não ocorreu da mesma forma para todos, por isso a importância de proceder a uma análise individual para cada participante e em relação a cada elemento

metacognitivo e sob dois aspectos: autodeclarada (pré e p'ós-teste) e observada externamente (videogravações e materiais escritos). Em nossa análise, observamos que A3 e A4 revelam ter dificuldades em termos de um autoconhecimento, inferindo ações que não se concretizaram ao longo das observações para alguns elementos metacognitivos, pelo menos frente as nossas observações nas gravações (diálogos) e materiais escritos. Esses aspectos foram analisados e discutidos de forma ampla no capítulo anterior, possibilitando inferir que a consciência de como somos enquanto aprendizes é um problema para alguns.

Ainda em relação a essas inferências observadas e analisadas nos dados produzidos durante a pesquisa, outro resultado que chama a atenção é o planejamento. Mesmo que aluno planifique, esse planejamento é sempre bastante pontual e vinculado a situação proposta no problema, e não permite pensar em um plano alternativo, caso o que tenha planejado não tenha dado certo.

Na análise também foi possível observar que mesmo que o aspecto (item do elemento metacognitivo) tenha sido estimulado, nem todos os alunos apresentaram manifestações sobre ele, como pode ser observado nos quadros 32, 33 e 34. Observamos, por exemplo, que nas atividades um, três e quatro no elemento planificação o item relacionado a “construção de um esquema” (que não é necessariamente um desenho) não foi utilizado pelos alunos A1 e A4. Esses alunos privilegiam o uso do formalismo matemático, e preocupam-se na aplicação dos dados em uma fórmula e na obtenção de um resultado final. Neste mesmo elemento, o item relacionado a “seleção e avaliação das etapas” não teve manifestações significativas, pois na análise tanto das manifestações durante os encontros quanto do material produzido, observamos que os alunos detalhavam os passos que pretendiam desenvolver ou que julgavam ser necessários para a resolução ou desenvolvimento da atividade, sem, no entanto, refletir sobre as possibilidades de dar certo.

Todavia, dessa análise mais detalhada dos participantes frente as atividades, foi possível perceber que houve a mobilização de todos os elementos metacognitivos, mesmo que não contemple todos os itens elencados para ele. Essa mobilização ocorre para os quatro participantes, embora alguns dos elementos se mostraram mais limitados que outros. Esse é o caso do monitoramento, o qual nas manifestações se mostrou pouco significativo em termos de ativação pelos estudantes, embora em suas percepções essa forma de pensamento já era utilizada por eles, como pode ser observado nos quadros 32, 33 e 34. Observamos, por exemplo, que nos encontros um, dois, três e quatro não foram identificadas manifestações ligadas ao item relacionado as “decisões tomadas frente ao andamento do realizado”. Nas atividades propostas nestes encontros, identificamos que os alunos não realizam reflexões sobre a forma como

estavam desenvolvendo a atividade. Os demais aspectos, relacionados a esse elemento, foram identificados nas manifestações, mas de modo bastante limitado revelando que os alunos apresentaram dificuldades em ativar os itens desse elemento nas atividades propostas.

Esse achado do estudo vem ao encontro de outros obtidos no grupo de pesquisa (ROSA, 2011; GHIGGI, 2017; ROSA; MENESES, 2020; RIBEIRO, 2021) e que revelam ser uma limitação da proposta didática, uma vez que a monitoração tem se revelado de difícil promoção nas ações didáticas. Os estudos citados, embora desenvolvidos em contextos distintos dos aqui apresentados, tomaram por referência o mesmo modelo didático e proporcionaram ações que explicitamente buscavam ativar pensamento metacognitivo em aulas de Física. Monitorar uma atividade durante o momento em que ela está sendo executada revela-se uma atividade de difícil ação para nossos estudantes e pode se revelar um tema profícuo para estudos futuros.

A monitoração como elemento metacognitivo é entendido por autores da área da metacognição como Nelson e Narens (1994) como aspecto central da metacognição, uma vez que é por meio dele que podemos identificar se estamos ou não compreendendo algo e retomar o caminho, se for o caso. Segundo os autores esse processo é o que leva os sujeitos a julgamentos sobre suas escolhas, aprendizagens e avaliação nas respostas.

Uma alternativa para favorecer o monitoramento durante a realização de atividades associadas a aprendizagem em Física, está sendo discutida a partir do proposto por Anderson e Nashon (2007), envolvendo ações de interação entre os estudantes. Os autores têm estudado a metacognição a partir de uma perspectiva sociointeracionista na qual privilegia-se os momentos de trocas, compartilhamentos e discussões entre os alunos. Nesses estudos, entre os achados dos autores, está o de que o monitoramento da compreensão é favorecido, aventando-se a possibilidade de em uma revisão do modelo de Rosa (2011) ou mesmo do proposto nesta tese, sejam incluídas situações que possibilitem haver mais trocas entre os participantes.

No entanto, em termos mais gerais e em sintonia com os estudos apresentados na literatura, destacamos que o desenvolvido apesar das limitações se revelou rico por oportunizar um conjunto de elementos metacognitivos mais amplo que tradicionalmente encontramos na literatura. Estudos como os desenvolvidos por Vieira (2018), Koch e Eckstein (1995), Koch (2001), Ogle (1986), Jacobowitz (1990) propõem intervenções envolvendo apenas uma componente metacognitiva (controle executivo e autorregulador). Outros estudos se limitam a analisar resultados a partir da utilização de pré e pós-teste sem avançar nas discussões sobre a interpretação desses resultados e, muitas vezes, acompanhados de turma experimental e de

controle, como é o caso de Yuruk, Beeth e Anderson (2009), Johnson (2012), Zepeda et al. (2015), Hagos e Andargie (2021), entre outros.

Para finalizar nossa análise e como último ponto a ser trazido, mencionamos a relação entre metacognição e aprendizagem, com o qual iniciamos nosso estudo e nesse momento finalizamos. O realizado aqui não teve por pretensão analisar ganhos cognitivos em termos da aprendizagem dos conhecimentos específicos em Física, uma vez que para isso necessitaríamos desenvolver uma sequência didática por um tempo maior e em condições um pouco distintas das que realizamos o nosso estudo. Estamos falando especificamente do contexto de pandemia vivenciado no ano de 2020 e 2021 e que limitou concretizar o estudo como havíamos traçado inicialmente e já contextualizado na Introdução. Embora não tenha sido empecilho para executar as atividades propostas, acabamos por restringir a análise a dimensão metacognitiva e apontar possibilidades em termos da aprendizagem.

Com relação a esse quesito (aprendizagem) mencionamos que a intervenção se mostrou com potencial na melhoria da aprendizagem dos estudantes, uma vez que foi possível observar que ao longo do desenvolvimento dos encontros houveram pequenas evoluções em termos de compreensão dos conceitos e da realização das tarefas propostas nas atividades evidenciados nos materiais analisados e nos diálogos produzidos nos encontros. No entanto, seria necessário um tempo maior de aplicação da intervenção para que se pudesse observar de forma mais efetiva os ganhos cognitivos, já que se tratam de estudantes com dificuldades de aprendizagem.

Sobre esses estudos que mostram que o uso do pensamento metacognitivo é um diferencial na aprendizagem em Física e apresentado em diferentes momentos deste texto, reforçamos incluindo o desenvolvido por Bogdanovic et al. (2015) na República Sérvia que mostrou uma co-relação direta entre a consciência metacognitiva e os resultados em Física. Foram investigados o desempenho de 746 estudantes (faixa etária de 15 anos) por meio de questionários relacionados ao uso do pensamento metacognitivo (*Metacognitive Awareness Inventory* - MAI) e teste de conhecimentos específicos de Física. Como resultado o estudo mostrou a existência de diferenças no desempenho em Física de alunos que apresentam maior consciência metacognitiva, daqueles que não utilizam essa forma de pensamento.

Por fim, salientamos que o presente estudo buscou contribuir com a problemática apontada por McIntyre (2005) e mencionada na Introdução da tese, de que há necessidade de produzir conhecimentos mais próximos da sala de aula; fornecer indícios mais evidentes de como os professores podem melhorar suas práticas; e mostrar aos professores os benefícios da inclusão da metacognição, a fim de persuadi-los a adotar os resultados dessas pesquisas em suas práticas pedagógicas. Esperamos com esse estudo persuadir colegas a se engajem nessa

enseada, produzindo materiais e levando as aulas de Física, situações favorecedoras da adoção do pensamento metacognitivo.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, Fatin A. P. B. *The Patterns of Physics Problem-Solving from the Perspective of Metacognition*. Tese (Doutorado) - Faculty of Education, University of Cambridge, Inglaterra, 2009.
- ALEXANDER, Patricia A.; KULIKOWICH, Jonna M. Learning from physics texts: A synthesis of recent research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 9, p. 895-911, 1994.
- ALI, Marlina; ABD-TALIB, Corrienna; IBRAHIM, Nor H.; SURIF, Johari; ABDULLAH, Abdul H. The importance of monitoring skills in physics problem solving. *Europen Journal of Edication Studies*, v. 1, n. 3, p. 1-10, 2016.
- ALMEIDA, Leandro S. Facilitar a aprendizagem: ajudar os alunos a aprender e a pensar. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 6, n. 2, p. 155-165, 2002.
- ALONSO CRESPO, Francisco. *Metacognición y aprendizaje: influencia de los enfoques, conocimientos metacognitivos y práctica estratégica sobre el rendimiento académico, en alumnos de ESO*. 1993. Tese (Doutorado) – Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1993.
- AMARAL, Ivan A. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*, n. 3, p. 10-15, 1997.
- AMIN, Bunga D.; ABDULLAH, Helmi; MALAGO, Jasruddin D. Sketch strategy of knowledge in physics learning and its influence on metacognitive. *Educational Research and Reviews*, v. 13, n. 7, p. 230-235, 2018.
- ANDERSON, David; NASHON, Samson. Predators of knowledge construction: Interpreting students' metacognition in an amusement park physics program. *Science Education*, v. 91, n. 2, p. 298-320, 2007.
- ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOLTON, John; ROSS, Shelagh. Developing students' physics problem-solving skills. *Physics Education*, v. 32, n. 3, p. 176-185, 1997.
- BORGES, Antônio T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BOGDANOVIC, Ivana; OBADOVIC, Dusanka Z.; CVJETICANIN, Stanko; SEGEDINAC, Mirjana; BUDIC, Spomenka. Students' Metacognitive Awareness and Physics Learning Efficiency and Correlation between Them. *European Journal of Physics Education*, v. 6, n. 2, p. 18-30, 2015.

BROWN, Ann L. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: GLASER, Robert (Ed.). *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1978. v. 1. p. 77-165.

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.

ÇALIŞKAN, İlke. The perceptions of pre-service Science teachers' about using Vee Diagrams and electronic portfolios. *Educational Research and Reviews*, v. 9, n. 6, p. 173-182, 2014.

CAMARGO, Marcos A.; DIAS, Alexandre T. Estratégia, Administração Estratégica e Estratégia Corporativa: uma síntese teórica. *Caderno de Pesquisas em Administração*, v. 10, n. 1, p. 27-39, 2003.

CAMPANARIO, Juan M.; 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.

CAMPIONE, Joseph C.; BROWN, Ann. Metacognitive components of instructional research with problem learners. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer H. (Eds.). *Metacognition, motivation, and understanding*, Hillsdale, New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, 1987. p. 117-140.

CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2001.

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.

CHI, Michele T.; BASSOK, Miriam; LEWIS, Matthew W.; REIMANN, Peter; GLASER, Robert. Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, v. 13, n. 2, p. 145-182, 1989.

CLEMENT, Luiz; 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.

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

COPPETE, Maria C. Diários de Bordo e Ensaio Pedagógicos: possibilidades para pensar a formação de professores na modalidade de educação a distância. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE, 2, 2014, Florianópolis, *Anais...* Florianópolis: UDESC, 2014.

COSTA, Sayonara S. C.; MOREIRA, Marco A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 18, n. 3, p. 263-277, 2001.

CRANSTONE, Richard; BAIRD, John. An integrative perspective on metacognition. *Australian Journal of Reading*, v. 11, n. 4, p. 238-245, 1988.

CRAVINO, José P. C. C. *Ensino da física geral nas universidades públicas portuguesas e a sua relação com o sucesso escolar: caracterização do problema e desenho, implementação e avaliação de uma intervenção didáctica*. 2004. Tese (Doutorado em Didática da Física) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2004.

DAMIANI, Magda F.; ROCHEFORT, Renato S.; CASTRO, Rafael F.; DARIZ, Marion R.; PINHEIRO, Sílvia S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de educação*, n. 45, p. 57-67, 2013.

DEMO, Pedro. Educação científica. *Revista de Educação Profissional*, v. 36, n. 1, p. 15-25, 2010.

DEWEY, John. *Experiência e educação*. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1979.

DIGISI, Lori L.; YORE, Larry D. Reading comprehension and metacognition in science: status, potential and future direction. Massachusetts, U.S., *ERIC Publication*, n. ED356132, 1992.

ECHEVERRÍA, Maria D. P. P.; POZO, Juan I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, Juan I. (Org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

EFKLIDES, Anastasia. Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2006.

FIGUEIRA, Ana P. C. Estratégias cognitivo/comportamentais de aprendizagem: problemática conceptual e outras rubricas. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 37, v. 6, 2006. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/1130.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2007.

FLAVELL, John H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, Lauren B. (Ed.). *The nature of intelligence*. NJ: LEA, 1976. p. 231-236.

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

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

FLAVELL, John H.; 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.

FORMICA, Sarah P.; EASLEY, Jessica L., SPRAKER, Mark C. Transforming common-sense beliefs into Newtonian thinking through Just-In-Time Teaching. *Physical Review Physics Education Research*, v. 6, n. 2, p. 020106-1 - 020106-17, 2010.

FORREST-PRESSLEY, Donna-Lynn; WALLER, T. Gary. Cognition, Metacognition, and Reading. In: FORREST-PRESSLEY, Donna-Lynn; WALLER, T. Gary. *Cognition, Metacognition, and Reading: Springer Series in Language and Communication*, v. 18. Springer, New York, 1984.

FRASER, Barry J.; GIDDINGS, Geoffrey J.; MCROBBIE, Campbell J. Evolution and validation of a personal form of an instrument for assessing science laboratory classroom environments. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 4, p. 399-422, 1995.

FULLER, Robert G. Resource letter CPE-1: Computers in physics education. *American Journal of Physics*, v. 54, n. 9, p. 782-786, 1986.

GAGNÉ, Robert M. *The conditions of learning and theory of instruction*. 4. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1985.

GARCEZ, Andrea; DUARTE, Rosalia; EISENBERG, Zena. Produção e análise de videograções em pesquisas qualitativas. *Educação e Pesquisa*, v. 37, n. 2, p. 249-262, 2011.

GARCÍA, José E. *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada, 1998.

GARCIA-ARISTA, Eduardo; CAMPANARIO, Juan M.; OTERO, José T. Influence of subject matter setting on comprehension monitoring. *European Journal of Psychology of Education*, v. 11, n. 4, p. 427-441, 1996.

GARRETT, Robert M. Problem-solving in Science Education. *Studies in Science Education*, v. 13, n. 1, p. 70-95, 1986.

GARRIDO, Elsa; CARVALHO, Anna M. P. Reflexão sobre a prática e qualificação da formação inicial docente. *Caderno de Pesquisa*, n. 107, p. 149-168, 1999.

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

GHIGGI, Caroline M. *Estratégias metacognitivas na resolução de problemas em Física*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

GIL-PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquim. *La resolución de problemas de física: una didáctica alternativa (Capítulo IV)*. España: Ministerio de Educación y Ciencia, 1987.

GONÇALVES, Susana. Aprender a ler e compreensão do texto: processos cognitivos e estratégias de ensino. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 46, p. 135-151, 2008.

GRANGEAT, Michel. *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto, 1999.
GUNSTONE, Richard; NORTHFIELD, Jeff. Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, v. 16, n. 5, p. 523-537, 1994.

HACKER, Douglas J. Definitions and empirical foundations. In: HACKER, Douglas J.; DUNLOSKY, John; GRAESSER, Arthur. *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1998. p. 1-23.

HAGOS, Tadesse; ANDARGIE, Dereje. Blending formative assessment with metacognitive scaffolding strategies: Its effect on students' achievement and self-regulation skills in chemistry. *African Journal of Chemical Education*, v. 11, n. 2, p. 31-56, 2021.

HATTIE, John. *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. NY: Routledge, 2009.

HATTIE, John. *Visible learning for teachers: maximizing impact on learning*. New York: Routledge, 2012.

HENNESSEY, G. Metacognitive aspects of students' reflective discourse: Implications for intentional conceptual change teaching and learning. In: SINATRA, Gale; PINTRICH, Paul. (Orgs.). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: LEA, 2003. p. 103-132.

HINOJOSA, Julia; SANMARTÍ, Neus. Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física. *Ciência & Educação*, 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.

JOHNSON, N. Examining Self Regulated Learning in Relation to Certain Selected Variables. *Acta Didactica Napocensia*, v. 5, n. 3, p. 1-12, 2012.

KOCH, Adina. Training in metacognition and comprehension of physics texts. *Science Education*, v. 85, n. 6, p. 758-768, 2001.

KOCH, Adina; ECKSTEIN, Shulamith G. Skills Needed for Reading Comprehension of Physics Texts and Their Relation to Problem-Solving Ability. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 6, p. 613-628, 1995.

KRUMMENAUER, Wilson L.; WANNMACHER, Clóvis M. D. Possíveis Causas para o Desinteresse pela Física na Educação de Jovens e Adultos na Região do Vale do Rio dos Sinos. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 4, n. 1, p. 28-44, 2014.

KUHL, Julius; KRASKA, Kristina. Self-regulation and metamotivation: computational mechanisms, development, and assessment. In: KANFER, Ruth; ACKERMAN, Phillip; CUDECK, Robert. *Abilities, motivation and methodology: the minnesota symposium on learning and individual differences*, 1989. p. 343-374.

KUNG, Rebecca L.; LINDER, Cedric. Metacognitive activity in the physics student laboratory: is increased metacognition necessarily better? *Metacognition Learning*, v. 2, p. 41-56, 2007.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina A. *Metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LEFEBVRE-PINARD, Monique. Understanding and auto-control of cognitive functions: Implications for the relationship between cognition and behavior. *International Journal of Behavioral Development*, v. 6, n. 1, p. 15-35, 1983.

LIVINGSTON, Jennifer A. *Metacognition: An Overview*. 2003. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED474273.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

LUNA, Sérgio V. *Planejamento de pesquisa: uma introdução*. São Paulo: EDUC, 2009.

MALONE, Kathy L. Correlations among knowledge structures, force concept inventory, and problem-solving behaviors. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, v. 4, n. 2, p. 020107-1-15, 2008.

MAYOR, Juan; SUENGAS, Aurora; GONZÁLEZ MARQUÉS, Javier. *Estratégias metacognitivas: aprender a aprender e aprender a pensar*. Madrid: Síntese, 1995.

MCCOMBS, Barbara L. Motivational skills training: combining metacognitive, cognitive and affective learning strategies. In: WEINSTEIN, Claire E.; GOETZ, Ernest T.; ALEXANDER, Patricia A. (Eds.). *Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction and Evaluation*, San Diego: Academic Press, Inc., Educational Psychology Series, 1988. p. 141-169.

MCINTYRE, Donald. Bridging the gap between research and practice. *Cambridge Journal of Education*, v. 35, n. 3, p. 357-382, 2005.

MELO, Marina S. *O curso de Física na UFMA: um paralelo entre a evasão e a formação acadêmica*. 2004. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Física) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2004.

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

MONEREO, Carles; CASTELLÓ, Monteserrat. *Las estrategias de aprendizaje: cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Barcelona: Edebé, 1997.

MONEREO, Carles; CASTELLÓ, Monteserrat; CLARIANA, Mercè; PALMA, Monteserrat; PÉREZ CABANI, Maria L. *Estratégias de enseñanza y aprendizaje: formação del profesorado y aplicación en la escuela*. Barcelona: Editora Graó, 1994.

MONEREO, Carles; CLARIANA, Mercè. *Profesores y alumnos estratégicos*. Madrid: Pascal, 1983.

MOREIRA, Marco A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB, 1999.

MOREIRA, Marco A. Linguagem e aprendizagem significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 4, 2003, Maragogi. Atas..., Maragogi, AL, Brasil, 2003.

MOREIRA, Marco A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. In: CICLO DE PALESTRAS DOS 50 ANOS DO INSTITUTO DE FÍSICA DA UFRJ, 2014, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2014.

MOTA, Ana R.; ROSA, Cleci T. W. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. *Revista Espaço Pedagógico*, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

MUÑOZ, Ángel V. ¿Qué hay de nuevo en la metacognición? Revisión del concepto, sus componentes y términos afines. *Educación e Pesquisa*, v. 45, p. e187571-e187571, 2019.

NELSON, Thomas O.; NARENS, Louis. Why investigate metacognition. In: METCALFE, Janet; SHIMAMURA, Arthur P. *Metacognition: Knowing about knowing*, Cambridge: Bradford Book, 1994. p. 1-25.

NOËL, Bernardette. *La métacognition*. Bruxelles: De Boeck Université, 1991.

OGLE, Donna M. K-W-L: A Teaching model that develops active reading of expository text. *The Reading Teacher*, v. 39, n. 6, p. 564-570, 1986.

OTERO, José C. Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas en el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, p. 17-22, 1990.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997.

PÉREZ CABANÍ, María L. *Enseñanza del uso diferencial de Estrategias de Aprendizaje: análisis de los mapas conceptuales en el aprendizaje de estudiantes universitarios*. 1993. Tese (Doutorado) - Universidad Autónoma de Barcelona (no publicada). 1993.

POZO, Juan I.; CRESPO, Miguel A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Tradução de Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESSLEY, Michael; AFFLERBACH, Peter. *Verbal protocols of reading: the nature of constructively responsive reading*. Hillsdale NJ: Erlbaum, 1995.

PRESSLEY, Michael; GASKINS, Irene W. Metacognitively competent reading comprehension is constructively responsive reading: how can such reading be developed in students? *Metacognition Learning*, v. 1, p. 99-113, 2006.

QUINN, Robert J.; WILSON, Mary M. Writing in the mathematics classroom: teacher beliefs and practices. *The Clearing House*, v. 71, n. 1, p. 14-20, 1997.

- 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.
- RESNICK, Lauren B.; GLASER, Robert. Problem solving and intelligence. In: RESNICK, Lauren B. (Ed.). *The Nature of Intelligence*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1976. p. 205-230.
- ROSA, Cleci T. Werner. *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.
- ROSA, Cleci T. Werner. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2014.
- ROSA, Cleci T. Werner; CORRÊA, Nancy N. G.; PASSOS, Marinez M.; ARRUDA, Sergio de M. Metacognição e seus 50 anos: cenários e perspectivas para o Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 4, n. 1, p. 267-291, 2021.
- ROSA, Cleci T. Werner.; MENESES, Jesús Á. Metacognição e ensino de Física: revisão de pesquisas associadas a intervenções didáticas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 2, p. 581-608, 2018.
- ROSA, Cleci T. Werner; MENESES, Jesús Á. Questionamento metacognitivo associado à abordagem didática por indagação: análise de uma atividade de ciências no ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 1, p. 60-76, 2020.
- ROSA, Cleci T. Werner; PINHO ALVES, José. A metacognição como estratégia de aprendizagem em Física: o que mostram as pesquisas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis, SC. *Caderno de resumos...* Florianópolis: ABRAPEC, 2007. p. 114.
- ROSA, Cleci T. Werner; PINHO-ALVES, José. Metacognição e as atividades experimentais em Física: aproximações teóricas. *Revista Ensaio*, v. 15 n. 1, p. 000-000, 2013.
- ROSA, Cleci T. Werner; PINHO-ALVES, José. Evocação espontânea do pensamento metacognitivo nas aulas de Física: estabelecendo comparações com as situações cotidianas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, p. 7-19, 2012.
- ROSA, Cleci T. Werner; RIBEIRO, Cássia A. G.; ROSA, Álvaro B. Habilidades metacognitivas envolvidas na resolução de problemas em Física: investigando estudantes com expertise. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 29, p. 143-160, 2018.
- ROSA, Cleci T. Werner; SCHMITZ, Kymberly. A metacognição nas pesquisas em educação: uma revisão a partir das teses e dissertações brasileiras. *Actio: docência em ciências*, v. 5, n. 2, p. 1-22, 2020.
- RIBEIRO, Cássia A. G. *Estratégias metacognitivas para leitura e compreensão de textos: avaliação de uma proposta no contexto do ensino de Física*. 2021. Dissertação (Mestrado em

Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

RYAN, Qing X.; FRODERMANN, Evan; HELLER, Kenneth; HSU, Leonardo; MASON, Andrew. Computer problem-solving coaches for introductory Physics: design and usability studies. *Physical Review Physics Education Research*, v. 12, n. 1, p. 010105-1-010105-17, 2016.

SCHRAW Gregory; DENNISON, Rayne S. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, v. 19, n. 4, p. 460-75, 1994.

SCHUNK, Dalle H. *Learning theories: an educational perspective*. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

SILVA, Sílvio R.; EUFRÁSIO, Karem N. A pesquisa no processo de formação de professores: articulador e integrador de saberes necessários à prática pedagógica e docente. *Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia do campus Jataí – UFG*, v. 2, n. 9, 2010.

SMITH, John P.; DISESSA, Andrea A.; ROSCHELLE, Jeremy. Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *Journal of the Learning Sciences*, v. 3, n. 2, p. 115-163, 1994.

SOUZA, Dayse N. *Procedências dos alunos e o sucesso acadêmico: um estudo com alunos de Cálculo I e Elementos de Física da Universidade de Aveiro*. 2006. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2006.

TAASOOBSHIRAZI, Gita; FARLEY, John. A multivariate model of physics problem solving. *Learning and Individual Differences*, v. 24, p. 53-62, 2013.

TAYLOR, Peter C.; FRASER, Barry J.; WHITE, Loren R. The revised CLES: a questionnaire for educators interested in the constructivist reform of school science and mathematics. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, Atlanta, GA, 1994.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia de Pesquisa-ação*. São Paulo: Saraiva, 2009.

THOMAS, Gregory P. Changing the metacognitive orientation of a classroom environment to stimulate metacognitive reflection regarding the nature of physics learning. *International Journal of Science Education*, v. 35, n. 7, p. 1183-1207, 2013.

THOMAS, Gregory P. Conceptualisation, development and validation of an instrument for investigating the metacognitive orientation of science classroom learning environments: the Metacognitive Orientation Learning Environment Scale–Science (MOLES-S). *Learning Environments Research*, v. 6, n. 2, p. 175-197, 2003.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VEENMAN, Marcel V. J. Learning to self-monitor and self-regulate. In: MAYER, Richard E.; ALEXANDER, Patricia. *Handbook of research on learning and instruction*. 2. ed. New York: Taylor & Francis, 2017. p. 197-218.

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

VIEIRA, Maria S. T. C. *Efeito de um programa de intervenção de estratégias metacognitivas na resolução de problemas e tomada de decisão de estudantes universitários*. 2018. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2018.

VILELA, Rita A. T. O lugar da abordagem qualitativa na pesquisa educacional: retrospectiva e tendências atuais. *Perspectiva*, v. 21, n. 2, p. 431-466, 2003.

WATTS, Mike. *Problem Solving in Science and Technology: extending good classroom practice*. London, England: D. Fulton Publishers, 1994.

WATTS, Mike. *The Science of Problem-Solving: practical guide for science teachers*. London: Cassell, 1991.

WEINERT, Franz E. Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer (Orgs.). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, 1987. p. 1-16.

WHITE, Thomas J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS, Michael A.; GELFAND, David H.; SNINSKY, John J.; WHITE, Thomas J. (publishers). *PCR Protocols, a Guide to Methods and Applications*, 1990. p. 315-322.

YERUSHALMI, Edit.; MAGEN, Esther. Same old problem, new name? Alerting students to the nature of the problem-solving process. *Physics Education*, v. 41, n. 2, p. 161-167, 2006.

YORE, Larry D.; CRAIG, Madge T.; MAGUIRE, Tom O. Index of science reading awareness: an interactive-constructive model, test verification, and grades 4-8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 35, n. 1, p. 27-51, 1998.

YURUK, Nejla; BEETH, Michael E.; ANDERSEN, Christopher. Analyzing the effect of metaconceptual teaching practices on students' understanding of force and motion concepts. *Research in Science Education*, v. 39, n. 4, p. 449-475, 2009.

ZABALZA, Miguel A. *Diários de Aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZEPEDA, Cristina D.; RICHEY, Elizabeth; RONEVICH, Paul; NOKES-MALACH, Timothy J. Direct instruction of metacognition benefits adolescent science learning, transfer, and motivation: An in vivo study. *Journal of Educational Psychology*, v. 107, n. 4, p. 954, 2015.

ZOHAR, Anat; 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 - Questionário Pré e Pós-Teste



Prezado estudante,

Para responder os itens apresentados a seguir solicitamos que seja assinalado um “X” na alternativa que julgar mais adequada ao questionamento apresentado. Pedimos que escolha apenas uma das alternativas.

As alternativas correspondem a:

1 – Nunca 2 - Eventualmente 3 – Nem sim, nem não 4 – Quase sempre 5 – Sempre

As respostas devem ser assinaladas a partir de como você julga realizar as atividades escolares:

Assertivas	1	2	3	4	5
Ao iniciar uma atividade ...					
1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.					
2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.					
3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.					
4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.					
5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.					
6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.					
7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.					
8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.					
9. Visualizo o que tenho que realizar.					
Ao executar uma atividade ...					
10. Planejo como devo realizar.					
11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.					
12. Esquematizo minhas ações.					
13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.					
14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.					
15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.					
16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.					
17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.					
18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.					

APÊNDICE B - Atividade 1 – Densidade

	INSTITUTO ESTADUAL CARDEAL ARCOVERDE Ensino Médio – 2º Ano	
ATIVIDADE 1 - DENSIDADE		
Professora: Me. Marivane Biazus	Disciplina: Física	Data:
Instruções: Para resolver as situações descritas em cada problema, siga os itens apresentados, registrando-os na folha em branco. Vamos iniciar juntos e a continuidade é com vocês!		

EXPLORANDO O FENÔMENO FÍSICO

1. Ao aquecermos o leite em um recipiente sobre a chama de um fogão, percebemos que em seu interior formam-se correntes de convecção (movimento de deslocamento do leite dentro do recipiente). Isso ocorre porque há uma relação direta entre o aquecimento (aumento da temperatura) e a expansão do leite (aumento de volume). Essa mesma situação pode ser analisada sob o ponto de vista da densidade do leite. Vamos a ela ...

- a. A situação-problema descrita já havia sido percebida por você? Que outros exemplos você pode relatar?
- b. Você lembra quais são as grandezas físicas que estão envolvidas no estudo da densidade? Registre-as.
- c. Como essas grandezas estão relacionadas entre si matematicamente (fórmula)? Mural.
- d. Qual dessas grandezas é mencionada no enunciado? Destaque como ela está relacionada com a densidade.
- e. A partir dessa identificação, faça um esquema (desenho) que possibilite expressar a situação apresentada (movimento do leite ocasionado pelo aquecimento na parte inferior).
- f. Como a massa (quantidade) do leite se comporta durante o aquecimento?
- g. Identifique no esquema anterior (desenho) as grandezas físicas envolvidas.
- h. De que forma a relação entre essas grandezas expressas na fórmula possibilita explicar o ocorrido?
- i. A partir do discutido e do esquema, analise o movimento de deslocamento do leite e sua relação com a densidade.
- j. Formule uma explicação para o ocorrido na situação apresentada.
- k. Ao aquecermos um corpo, seu volume aumenta (em grande parte das vezes). Isso nos leva a entender que eles se tornam mais densos ou menos densos?
- l. A partir dessa análise podemos explicar outras situações, como o fato do ar frio proveniente de um ar condicionado se direcionar sempre para a parte inferior do ambiente e o ar quente para a parte superior. Você consegue visualizar a relação entre essa situação e a apresentada no enunciado? Relate aos colegas.

EXPLORANDO O CÁLCULO DE DENSIDADE

2. Temos dois líquidos imiscíveis (que não se misturam), sendo um deles a água cuja densidade é 1g/cm^3 , e outro com densidade desconhecida. Desse líquido desconhecido sabemos que 30g ocupam um volume de 50 ml. Com essas informações podemos dizer que, ao serem ambos colocados em um mesmo recipiente, o líquido de densidade desconhecida ficará na parte superior ou inferior do recipiente? Para responder a essa pergunta vamos refletir um pouco...

- a. Você entendeu a situação-problema apresentada e qual o seu objetivo? Relate.
- b. Você julga ter conhecimentos sobre o tema em discussão? Julga que estes são suficientes para resolver a situação? Compare-os com os de seus colegas e anote as diferenças.
- c. Que conhecimentos são necessários para resolver a situação apresentada? Anote possíveis dificuldades que você julga ter para resolver a situação-problema (atingir o objetivo).
- d. O problema apresentado pode ser identificado com outro já resolvido por você? Localize um problema anterior em seu caderno e verifique a forma com você o resolveu.
- e. Descreva a proposta de solução imaginada por você.
- f. Você consegue identificar outra possibilidade de resolver o problema?
- g. Apresente a solução, descrevendo e analisando cada passo realizado em termos do objetivo do problema (se necessitar pode utilizar desenhos). Não esqueça de verificar as unidades!
- h. Qual o valor da densidade do líquido desconhecido? Ela é maior ou menor do que o da água?
- i. O realizado permite responder ao questionamento apresentado a partir do problema? Qual a resposta encontrada?
- j. Como você avalia a atividade desenvolvida? Ela foi apresentada de maneira suficientemente clara para permitir sua compreensão e a resolução do problema?
- k. A situação estudada neste problema se assemelha a vivenciada quando lavamos louça e percebemos que a gordura não fica diluída na água, acumulando-se na parte superior. Imagine que alguém lhe pergunte sobre o porquê isso ocorre. Você se sente em condições de explicar? Registre e compartilhe com seus colegas essa explicação.

DESAFIO – AGORA É COM VOCÊS!

3. Precisamos verificar a massa de 1,5 litros de água. Para isso dispomos apenas do valor da densidade da água que é 1 g/cm^3 . Utilizando seus conhecimentos sobre densidade e sobre conversões de unidades, trabalhe de forma colaborativa com um colega e busque a solução para o problema. Para isso temos algumas orientações/dicas e, ao final da atividade, compartilharemos o resultado e o procedimento adotado.

- Inicie explicando a situação-problema apresentada no enunciado ao colega, destacando o objetivo principal a ser alcançado.
- Inverta a situação e deixe seu colega explicar e relatar o objetivo identificado por ele.
- Registre os conhecimentos que cada um de vocês tem sobre o conteúdo envolvido na situação-problema apresentada e quais foram as dificuldades detectadas.
- Discuta com ele qual o melhor caminho para solucionar o problema e, juntos, registrem o acordado cada um em seu papel, especialmente as grandezas físicas envolvidas e a(s) fórmula(s) que pretendem utilizar. Não esqueça de verificar as unidades!!!
- Enquanto estiver resolvendo, faça pausas e avalie junto com seu colega o que estão fazendo e se o procedimento adotado permitirá a vocês chegarem a uma solução para o problema.
- Ao final verifique o resultado, especialmente a sua coerência frente ao problema apresentado.
- Explique ao colega qual a interpretação do resultado e depois peça a ele que explique a você. Caso tenham divergências nessas explicações, busquem identificá-las e solucioná-las.

CONTINUEM!

4. Você já deve ter observado que uma garrafa de cerveja estoura quando o líquido colocado no seu interior congela. Isso é explicado pelo fato de a água (grande parte do líquido no interior da garrafa) aumentar de volume quando congela. Esse comportamento de aumentar de volume ao ser resfriado não é comum nos líquidos, pois para a grande maioria deles ocorre o inverso – redução de volume quando ocorre redução de temperatura. Esse comportamento irregular da água (ou anômalo) explica o fato do gelo boiar quando colocado em um copo com água em estado líquido. Explique tal fenômeno (gelo boiar na água) a partir do estudo de densidade, relacionando as variáveis temperatura-volume e volume-densidade.

- Inicie explicando a situação-problema apresentada no enunciado ao colega, relatando situações cotidianas em que tenha percebido tal fenômeno.
- Inverta a situação e deixe seu colega, por sua vez, explicar e exemplificar para você.
- Na sequência identifiquem outros problemas semelhantes e já resolvidos em aula.
- Avalie os conhecimentos que você tem sobre o assunto e compartilhe com seu colega, registrando-os.
- Analise possíveis estratégias para solucionar o problema e discuta-os em termos da pergunta do problema apresentado (objetivo). Caso seja identificada mais de uma, registre-as.
- Lembre-se de proceder a desenhos/esquemas que esbocem cada etapa realizada.
- Discuta com seu colega se o que estão fazendo permitirá que cheguem ao resultado do problema (objetivo). Faça isso durante todo o procedimento.
- Ao final verifique o resultado (a explicação construída) frente ao objetivo (pergunta).
- Descreva cada passo executado na atividade.

ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA

1. Um professor de Física propõe um desafio a um aluno do ensino médio. Neste desafio, o professor entrega um objeto ao aluno e questiona se este é de chumbo. Para responder à pergunta, o aluno deve apresentar um argumento que justifique a sua resposta. Inicialmente, pensando em como poderia descobrir a resposta ao desafio proposto pelo professor, o aluno teve uma ideia: iria calcular a densidade do objeto e comparar com a densidade apresentada em uma tabela de propriedades específicas das substâncias presente no seu livro didático. Para isso, ele pensou na seguinte estratégia:

- 1°) Vou medir a massa do objeto! Com a ajuda de uma balança verificou que a massa do objeto era de 175,90 g.**
- 2°) O próximo passo é medir o volume do objeto. Mas para isso, o aluno encontrou um problema: o objeto não tinha um formato regular que permitisse a medida com o uso de uma régua. Então ele pensou em imergir (afundar) totalmente o objeto em uma proveta com 50 ml de água.**
- 3°) Ao fazer isso, ele verificou que o volume da mistura (objeto + água) passou a ser de 65,5 ml.**

Com essa estratégia ele acha que conseguirá resolver o desafio!

Agora vou desafiar você. Analise a estratégia adotada pelo estudante e apresente a possível resposta encontrada por ele, assim como o argumento que apresentou.

Os itens mencionados a seguir devem ser respondidos na folha.

- Para resolver esse problema, inicie identificando a pergunta (o objetivo) do problema.
- Há semelhança com outro já resolvido por você?
- Liste os conhecimentos necessários para resolver (fórmulas, conceitos, conversões de unidades).
- A partir da verificação desses aspectos, verifique como vai fazer para resolver o problema e se há outras possibilidades de solução.
- Durante a resolução você julga que suas escolhas de fato possibilitam que você chegue ao resultado (objetivo)?
- Qual o resultado encontrado?
- Ele se mostra coerente com o apresentado no problema?
- Descreva o caminho percorrido para resolver, destacando as dificuldades.

2. Escolha um problema dos já resolvidos em aula e reconstrua o enunciado (situação-problema) envolvendo novo contexto e, se desejar, novos valores.

Resolva o problema e ao final descreva as dificuldades encontradas nesta tarefa.

**FICHA DOS ELEMENTOS METACOGNITIVOS CONTEMPLADOS EM CADA
ATIVIDADE**

Item		Atividade			
		1	2	3	4
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.		X	X	
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X		X	
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.		X	X	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X			X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.		X	X	
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X			X
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.		X		X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.		X		X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X			X
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	X		X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.		X		X
	12. Esquematizo minhas ações.	X	X		
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.		X		X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.		X		X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.			X	X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X		X	
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X	X		
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X			X

APÊNDICE C - Atividade 2 – Brincando com a pressão: Atividade Experimental

INSTITUTO ESTADUAL CARDEAL ARCOVERDE Ensino Médio – 2º Ano		
ATIVIDADE 2 – PRESSÃO DOS SÓLIDOS		
Professora: Me. Marivane Biazus	Disciplina: Física	Data:
<p>Instruções: Para realizar a atividade experimental proposta, solicitamos que você siga o indicado e responda nos espaços destinados aos itens apresentados. Caso necessite, pode utilizar folha auxiliar.</p> <p>Vamos iniciar juntos e a continuidade é com vocês!</p>		

BRINCANDO COM A PRESSÃO – ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Hoje vamos retomar o conceito de Pressão e discuti-lo a partir de situações vivenciadas no cotidiano...

1. Para iniciar, analise os dois conjuntos de imagens apresentadas e registre/relate ao grupo suas experiências vivenciadas e relacionada a elas.

Salto de sapato masculino



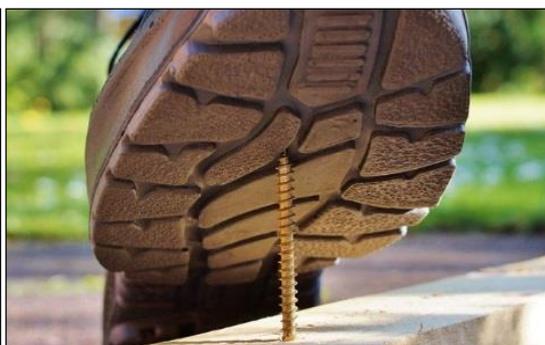
Salto de sapato feminino



Pessoa em pé em uma cama de prego



Pessoa pisando em um parafuso



2. Vamos realizar um experimento para discutir a relação entre a pressão que uma pessoa exerce sobre uma superfície (chão) e a área de contato dessa pessoa com a superfície, ou seja, você pisando no chão apenas com a ponta ou com todo o pé.

3. Antes é necessário que você retome e registre seus conhecimentos sobre o estudo da Pressão, incluindo a expressão matemática e as unidades de medida abordadas em aula.

4. Avalie esses conhecimentos em relação ao objetivo do estudo, elencando possíveis dificuldades que julga ter sobre esse assunto. Não esqueça de compará-las com as dos seus colegas.

5. Vamos a atividade! Para isso, fique em pé:

- Comente sobre a sensação de equilíbrio quando você está em pé, apoiado com os dois pés no chão.
- Agora levante um dos pés e comente a sua sensação.
- Por fim, tente ficar na ponta do pé (imitando uma bailarina). Foi fácil de fazer? Todo mundo conseguiu fazer? Por que é tão difícil ficar na ponta do pé?

6. Analise as situações apresentadas anteriormente sob a perspectiva da relação entre a pressão e área de contato com o chão, iniciando pela discussão da força exercida sobre o solo.

- Nas situações descritas, a força variou ou foi a mesma para todas elas? Que força foi aplicada sobre o solo?
- De que forma estão relacionadas pressão e área de contato? No exemplo mencionado anteriormente qual foi a situação de maior pressão?

7. Vamos calcular nosso peso, a área de contato com o solo (pé) nas diferentes situações descritas no exemplo acima e determinar os valores de pressão para cada situação.

- Para iniciar, discuta com seus colegas e registre possíveis estratégias para realizar esses cálculos.
- Anote o que você vai precisar para isso e quais são os conhecimentos de que vai necessitar.

8. Uma ajuda! Como vai calcular a área de cada pé nas diferentes situações? Pense em uma estratégia... Quer uma dica? Utilize um barbante para contornar os pés em cada situação descrita no item 5 e depois construa figuras geométricas regulares com esse barbante (escolha aquelas cuja área você saiba calcular). Anote os valores obtidos.

9. Agora que temos a área para cada uma das três situações, vamos ao cálculo da força-peso de cada um de vocês. Dica: a balança disponível na sala indica o valor da massa de cada um, mas precisamos obter o peso. Caso tenha dificuldades para fazer esse cálculo, retome suas anotações, discuta com os colegas ou pergunte para a professora. Registre o cálculo realizado e o valor do peso obtido.

10. Bem, você dispõe até o momento dos valores da área de contato de cada situação, do peso (força) e agora pode determinar a pressão correspondente a cada situação. Para isso proceda aos cálculos e preencha a tabela.

	Força-peso (N)	Área (m ²)	Pressão (N/m ²)
2 pés			
1 pé			
1/2 pé			

11. Como estão relacionados pressão e área de contato?
12. A identificação dessa relação responde ao objetivo apresentado no início da atividade?
13. Descreva mentalmente o procedimento realizado e avalie se ele poderia ter sido desenvolvido de outra forma (se você poderia ter utilizado outra estratégia). Caso identifique outra opção, registre-a.
14. A partir do resultado obtido com o preenchimento da tabela, responda:
- Quando você levanta um dos pés ou fica na ponta dos pés ocorre alguma alteração no peso exercido por você sobre o solo?
 - O que justificaria o desequilíbrio sofrido por você ao levantar um dos pés do solo ou ficar na ponta do pé?
 - Se você realizar esse mesmo experimento em Marte, por exemplo, os valores encontrados para a pressão seriam os mesmos?

ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA

Para essa atividade será necessário que você providencie uma caixa de leite (ou creme de leite/leite condensado). Com a caixa sobre uma mesa, e imaginando que ela seja regular, verifique três possibilidades distintas de apoiar a caixa sobre a mesa (os lados da caixa devem estar paralelos à mesa). A partir de cada uma dessas posições, calcule a pressão que a caixa está exercendo sobre a mesa.



Antes de iniciar a atividade lembre dos passos que temos executado nas nossas aulas, especialmente o de retomar atividades parecidas com a proposta, resgatar os conhecimentos necessários (fórmulas e outros) e avaliar o resultado encontrado frente ao questionado no enunciado.

**FICHA DOS ELEMENTOS METACOGNITIVOS CONTEMPLADOS NA
ATIVIDADE**

Item		Atividade
		1
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	X
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	X
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X
	12. Esquematizo minhas ações.	X
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X

APÊNDICE D - Atividade 3 – Pressão exercida pelos fluidos

INSTITUTO ESTADUAL CARDEAL ARCOVERDE Ensino Médio – 2º Ano		
ENCONTRO 3 – PRESSÃO EXERCIDA PELOS FLUÍDOS		
Professora: Me. Marivane Biazus	Disciplina: Física	Data:
Instruções: Para realizar a atividade proposta, solicitamos que você siga o indicado e responda nos espaços destinados aos itens apresentados. Caso necessite, pode utilizar folha auxiliar. Vamos iniciar juntos e a continuidade é com vocês!		

A PRESSÃO RELACIONADA AO MERGULHO

1. Para iniciarmos essa atividade, vamos assistir a dois vídeos sobre mergulho aquático. Preste bastante atenção!

<p>Vídeo 1 – Como é o treinamento dos mergulhadores</p>  <p>Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=6tOn4P64XFM></p>	<p>Vídeo 2 - Morte da mergulhadora Natalia Molchanova</p>  <p>Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=EYna1s2wl8g></p>
--	---

Os vídeos apresentam um importante conceito do tópico de Hidrostática, que é o de Pressão, especificamente a pressão exercida pelos fluidos. Em uma passagem do vídeo 2 é mostrado que a mergulhadora Natalia Molchanova, em um dos seus recordes mundiais, teria descido a 101 metros no mar em apneia (parada respiratória), utilizando apenas nadadeiras. A partir da situação descrita, determine a que pressão a nadadora ficou submetida ao atingir a profundidade máxima.

Antes de resolver esse problema vamos a algumas perguntas.

- As situações retratadas nos vídeos eram conhecidas por você? Já leu algo a respeito, ouviu falar ou teve alguma experiência relacionado a mergulho? Descreva.
- Consegue relacionar essas situações descritas no item 'a' com o conceito de pressão nos líquidos estudado em aula? Exemplifique.
- Identifique as grandezas envolvidas no conceito de Pressão nos líquidos? E como elas estão relacionadas matematicamente (fórmula)?

- d. Faça um esquema (desenho) que expresse as grandezas identificadas no item ‘c’ com a situação apresentada no vídeo 2. Compare seu esquema com os dos colegas e verifique as dificuldades encontradas.
- e. Avalie as grandezas físicas destacadas no esquema da letra ‘d’ com a expressão matemática escrita na letra ‘c’. Você consegue identificar todas as variáveis necessárias para responder ao problema apresentado no enunciado? Caso não identifique, qual o outro caminho possível para isso?
- f. Chegado o momento de proceder o cálculo e responder ao problema, você julga que está de posse de todos os elementos necessários para isso?
- g. Enquanto você realiza o procedimento para o cálculo verifique se ele está de acordo com o objetivo do problema e liste suas dúvidas.
- h. Qual o valor da pressão exercida sobre a mergulhadora? Esse valor é coerente com situações reais como a vivenciada pela nadadora Natalia Molchanova?
- k. Compartilhe com seus colegas o resultado e discuta com eles diferentes possibilidades de procedimento para resolver o problema apresentado.

PRESSÃO VENOSA

2. Ao sofrer um corte, notamos que o sangue escorre de nosso corpo. Isso ocorre pelo fato de que a pressão sanguínea se encontra um pouco maior que a pressão atmosférica, cerca de 2,5%. Desta forma, para que o soro entre na veia de um paciente, por exemplo, será necessário que a pressão exercida pela solução salina seja maior que a pressão atmosférica. Sabendo dessas informações, vou propor um desafio a você: suponha que um enfermeiro precisa aplicar soro em um paciente, mas está em dúvida sobre qual é a altura mínima em relação ao braço do seu paciente que ele deve colocá-lo para que o soro possa penetrar na corrente sanguínea. Você pode ajudá-lo? Tenho certeza que com seus conhecimentos de pressão poderá encontrar essa altura!

Vou dar umas dicas: Considere nessa situação que a pressão atmosférica seja a mesma a nível do mar, e que a densidade tanto do soro como do sangue sejam iguais a densidade da água. Se não lembrar dos valores consulte o seu caderno.

- a. Realize a leitura atenta da situação apresentada e identifique a pergunta (o objetivo) do problema. Registre.
- b. Você considera ter conhecimentos para resolver o problema? Em quais identifica dificuldades? Em quais julga não ter qualquer dificuldade?
- c. O que precisa ser feito para iniciar a resolução do problema?
- d. Represente a situação por meio de um esquema (desenho).
- e. Localize e anote as grandezas apresentados na situação. Em seguida:
 - adapte as unidades usando o sistema internacional de unidades.
 - identifique essas grandezas em: conhecidas (aquelas identificadas na situação) , ou desconhecidas (aquelas que não são apresentadas de forma clara e a que precisa ser determinada segundo o objetivo).
- f. Agora que esquematizou a situação e identificou as grandezas, é hora de planejar a solução!

- Para começar, avalie: o problema envolve uma análise matemática ou conceitual? Pense em qual resposta você deve apresentar ao final! (Retome o objetivo se for necessário).
 - A seguir, caso envolva uma análise matemática, escreva qual lei ou equação deve ser usada nesta situação. (Avalie se é necessário mais de uma equação, caso sua resposta seja positiva, escreva todas as equações necessárias).
 - Agora pare um instante e pense: Você tem todos os dados e a equação necessária para a resolução desse problema?
- g. Depois do planejamento, é hora de resolver o problema. Apresente o desenvolvimento da sua resolução e não esqueça de analisar o procedimento com o objetivo do problema.
- h. O resultado encontrado por você se mostra coerente? Analise a solução e verifique se não há possíveis erros na aplicação da fórmula ou nas etapas desenvolvidas. Não esqueça de registrar!
- i. Expresse a solução final indicando claramente as unidades correspondentes no SI. Escreva uma frase que inclua a solução.

VAMOS FALAR DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA...

3. Em um artigo sobre esportes é apresentado o seguinte trecho:

“Você já deve ter ouvido falar que a altitude pode ser um problema para a prática de esportes. Quanto mais elevada, pior para a performance atlética. O coração acelera, a respiração fica ofegante, bate a sensação de tontura, náuseas e até o raciocínio fica comprometido”.

(Extraído de: encurtador.com.br/msP36)

Embora o trecho mencione apenas a altitude, sabemos que há a influência da pressão atmosférica! Não a percebemos, mas ela é bastante significativa, tanto que o nosso corpo sofre consideravelmente com as suas variações. Explique, baseado nessa relação entre a pressão atmosférica e a altitude, porque esses efeitos ocorrem no corpo humano.

- a. Qual o objetivo do professor ao apresentar esse problema?
- b. Explique o problema a seu colega e verifique se seus conhecimentos são os mesmos que ele apresenta sobre o assunto.
- c. Inverta a situação e deixe seu colega explicar. Depois, compare seus conhecimentos com os dele.
- d. Analise possíveis estratégias para solucionar o problema e discuta-os em termos da pergunta do problema apresentado (objetivo). Caso seja identificado mais de uma, registre-as.
- e. Trace, juntamente com seu colega, um plano para resolver o problema.
- f. Lembre-se de recorrer ao uso de desenhos/esquemas que esbocem cada etapa realizada.
- g. Avalie, juntamente com seu colega, cada etapa do desenvolvimento e se ele permite chegar ao objetivo.
- h. Ao final verifique o resultado (a explicação construída) frente ao objetivo (pergunta).
- i. Expresse em palavras o caminho percorrido para chegar a resposta.

A partir do entendimento a respeito da pressão atmosférica podemos explicar outras situações, como a relação entre o ponto de ebulição da água (quando a água ferve) e a altitude, na qual observa-se que a água ao nível do mar ferve a 100 °C, e tem essa temperatura diminuída com o aumento da altitude. Você consegue visualizar a relação entre essa situação e a apresentada no enunciado? Relate aos colegas.

ALGO DO NOSSO COTIDIANO

4. Provavelmente você já deve ter comprado ou visto aqueles copos de requeijão ou latas de molho de tomate que tem um lacre plástico em cima, como a que é apresentada na Figura 1. O uso desse tipo de embalagem fechada à vácuo tem se tornado bastante utilizada pela indústria alimentícia. Para abrir facilmente a embalagem é necessário retirar o anel de borracha preso em sua tampa. Elabore uma explicação científica, baseada no conceito de pressão atmosférica, para o fato de a lata ser aberta somente quando o lacre é retirado.

Figura 1 – Tampa com lacre de plástico



Extraído de: encurtador.com.br/bgqI2

Para isso, instigamos seu pensamento e sua ação com alguns questionamentos:

- a. Você julga ter conhecimento sobre o tema pressão atmosférica para poder elaborar a explicação solicitada na situação-problema?
- b. Que dificuldades você julga poder encontrar ao longo dessa explicação?
- c. Para elaborar tal explicação é necessário que você elabore uma estratégia. Qual? Tem clareza dela?
- d. Além da estratégia, é necessário ter um planejamento do que será utilizado para elaborar a explicação. Descreva em tópicos esse planejamento.
- e. Durante a elaboração da explicação, é necessário que você avalie cada etapa como forma de identificar se o procedimento poderá levar a uma explicação coerente do fenômeno observado.
- f. Ao finalizar a explicação, avalie-a de acordo com o proposto no enunciado e confronte-a com as explicações de seus colegas.

ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA

1. Em aula você assistiu dois vídeos sobre mergulho aquático. O trecho abaixo se refere a um desses vídeos. Leia com atenção.

O ar comprimido no cilindro de mergulho é uma mistura de 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio. Quanto mais fundo se mergulha, maior é a pressão nos pulmões. O corpo passa a receber um volume de nitrogênio maior que o normal e o acúmulo desse gás no organismo causa a chamada narcose. O teste de narcose é feito em uma câmara chamada de hiperbárica. O equipamento simula a pressão que o organismo do mergulhador sente quando está no fundo do mar. Assim, quando o mergulhador chega a 30 m de profundidade, ele sabe se a pressão exercida sobre o seu corpo é capaz de provocar os efeitos da narcose. Esse teste define se a pessoa pode ou não ser um profissional de mergulho.

A partir dessa situação, apresente a pressão na qual o mergulhador com equipamento (roupa de mergulho e o cilindro de ar comprimido) deve ser submetido a 30 metros de profundidade no mar para avaliar se surgirá os efeitos da narcose sobre o seu corpo.

2. João é estudante do ensino médio, e um dia estava no aeroporto de Porto Alegre, aguardando o embarque para São Paulo, quando teve a ideia de fazer um experimento de Física. Ele estava intrigado com um conceito discutido em aula a respeito da pressão atmosférica, e resolveu, então, pegar uma garrafa pet vazia que estava em sua mochila e amassá-la um pouco, diminuindo o volume de ar do seu interior e lacrá-la. Quando já se encontrava no avião a 10 Km de altitude, ele observou que a garrafa não estava mais amassada! Ao abrir a garrafa, João percebeu que o ar escapou para fora, então fechou novamente e apertou bem a tampa. Ao retornar da viagem, voltou a olhar a garrafa pet na sua mochila e a encontrou novamente amassada, conforme é mostrada na figura 2. Discuta cada uma das etapas realizadas por João neste experimento, e as conclusões obtidas.

(Texto adaptado de “Garrafas pet submersas e amassadas” - Respondido por: Prof. Fernando Lang da Silveira - www.if.ufrgs.br/~lang/)

Figura 2 – Garrafa pet amassada



Fonte: encurtador.com.br/fA367

**FICHA DOS ELEMENTOS METACOGNITIVOS CONTEMPLADOS EM CADA
UMA ATIVIDADE**

Item		Atividade			
		1	2	3	4
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.		X	X	
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X			X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	X		X	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X		X	
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.		X		X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X	X		
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.			X	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	X		X	
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X	X		
Planificação	10. Planejo como devo realizar.		X	X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.			X	X
	12. Esquematizo minhas ações.		X	X	
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X		X	
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.		X	X	
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	X			X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X	X		
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.		X	X	
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X			X

APÊNDICE E - Atividade 4 – Princípio de Arquimedes

	INSTITUTO ESTADUAL CARDEAL ARCOVERDE Ensino Médio – 2º Ano	
ENCONTRO 4 – PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES		
Professora: Me. Marivane Biazus	Disciplina: Física	Data:
Instruções:		

TEXTO 1 - A COROA DO REI DE HIERON, A DENSIDADE DOS CORPOS E ARQUIMEDES

Nesta atividade vamos ler e discutir juntos um pequeno texto denominado “*A coroa do Rei de Hieron, a densidade dos corpos e Arquimedes, o que eles têm em comum?*”. O nosso objetivo é compreender, por meio da leitura, um conceito de hidrostática que temos trabalhado em aula. Porém, antes de iniciarmos a leitura, vamos pensar um pouco sobre o texto.

- a. Ao ler o título você consegue identificar qual será o assunto abordado no texto? Já leu algo sobre isso?
- b. Você julga que o texto está relacionado a que conceito de Física que estamos trabalhando? Julga ter dificuldade ou facilidade com as atividades envolvendo esse conceito?
- c. O título apresenta uma pergunta, você tem alguma ideia de qual seria a resposta?
- d. Quais são as expectativas, curiosidades ou questionamentos que você tem em relação a leitura do texto?
- e. Para melhor compreender um texto, como você deve proceder? Tem alguma estratégia? Qual?

Antes de iniciar a leitura, anote no Quadro 1 as suas ideias iniciais sobre este texto e depois vamos compartilhar com os colegas antes de iniciar a leitura.

Quadro 1 – Ideias iniciais do texto

O assunto do texto	O que você sabe sobre esse assunto	Suas expectativas

Vamos preparar a leitura! O Quadro 2 está dividido em três partes, para que em cada uma delas você registre os termos/conceitos que julga ser importante para atingir o objetivo da leitura desse texto. O texto foi dividido em três partes, correspondendo às partes apresentadas no quadro.

Quadro 2 – Identificação das palavras importantes do texto

Parte 1	Parte 2	Parte 3

Vamos ao texto que está em anexo!

Após a leitura desse feito histórico que foi a determinação do material de que estava constituída a coroa, e de você ter registrado as palavras/termos que julgou importantes para a compreensão do texto, é hora de responder a algumas perguntinhas e na sequência realizar uma atividade em conjunto com os colegas.

- a. Descreva em rápidas palavras como Arquimedes fez para verificar o material por meio do qual a coroa foi confeccionada.
- b. Esse método pode ser utilizado para verificar a constituição de qualquer corpo?

A partir das palavras registradas no Quadro 2 vamos desenvolver, em conjunto com os colegas, um brainstorming! Para isso, eleja cinco palavras de qualquer uma das colunas e as relate para a professora (escreva na lousa). Na sequência, e depois que todos tiverem escrito, é hora de utilizar um programa de computador e visualizar o brainstorming.

Texto: A coroa do Rei de Hieron, a densidade dos corpos e Arquimedes, o que eles têm em comum?

Uma das histórias mais conhecidas sobre os trabalhos de Arquimedes refere-se a genial solução dada por ele ao “problema da coroa do Rei Hieron”

O rei havia prometido aos deuses, que o protegeram em suas conquistas, uma coroa de ouro. Entregou, então, certo peso de ouro a um ourives para que este confeccionasse a coroa. Quando o ourives entregou a encomenda, com o peso igual ao do ouro que Hieron havia fornecido, foi levantada a acusação de que ele teria substituído certa porção do ouro por prata. Arquimedes foi encarregado, pelo rei, de investigar se esta acusação era, de fato, verdadeira. Conta-se que, ao tomar banho (em um banheiro público), observando a elevação da água à medida que mergulhava seu corpo, percebeu que poderia resolver o problema. Entusiasmado, saiu correndo para sua casa, atravessando as ruas completamente despido e gritando a palavra grega que se tornou famosa “Eureka” *Eureka*”! (Isto é: “Achei” Achei”!).

E realmente Arquimedes conseguiu resolver o problema da seguinte maneira:

1° Mergulhou em um recipiente completamente cheio d’água uma massa de ouro puro, igual a massa da coroa, e recolheu a água que transbordou [Figura (a)].

2° Retomando o recipiente cheio de água, mergulhou nele uma massa de prata pura, também igual a massa da coroa, recolhendo a água que transbordou. Como a densidade da prata é menor que a do ouro, é fácil perceber que o volume de água recolhido, nessa segunda operação, era maior do que na primeira [Figura (b)].

3° Finalmente, mergulhando no recipiente cheio de água a coroa em questão, constatou que o volume de água recolhido tinha um valor intermediário entre aqueles recolhidos na primeira e na segunda operações [Figura (c)]. Ficou, assim, evidenciado que a coroa não era realmente de ouro puro comparando os três volumes de águas recolhidos, e Arquimedes conseguiu, até mesmo, calcular a quantidade de ouro que o ourives substituiu por prata.

Sitiada durante cerca de 3 anos pelas regiões romanas, comandas pelo General Marcelo, a cidade de Siracusa acabou sendo invadida, apesar dos esforços do Rei Hieron e das armas criadas por Arquimedes. Embora o comandante romano tivesse ordenado que a vida do grande sábio fosse poupada, sua casa foi assaltada por alguns soldados que não o reconheceram. Arquimedes encontrava-se no quintal, desenhando distraidamente, sobre a areia, complicadas figuras geométricas quando um dos soldados, pisando sobre um dos desenhos, destruiu parte das figuras. Advertido e empurrado por Arquimedes, o soldado reagiu violentamente, trespassando o corpo do velho filósofo com a sua lança, dando-lhe morte imediata.

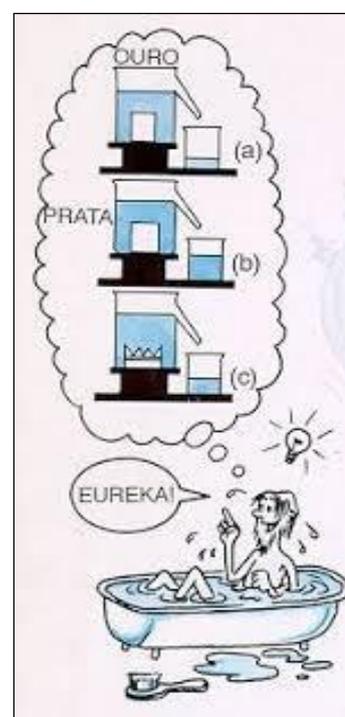


Figura – Experimento de Arquimedes

TEXTO 2 - COMO FUNCIONAM OS SUBMARINOS?

Temos um novo texto para ser lido de forma a seguir passos semelhantes ao utilizado anteriormente. O importante é realizar as ações de acordo com os passos propostos, pois eles foram criados para que você possa lograr mais êxito na leitura e compreensão do conteúdo abordado no texto.

GUIA PARA LEITURA

Para responder antes da leitura do texto

- a. Qual o objetivo do autor ao propor esse texto?
- b. Você já leu textos semelhantes?
- c. Frente a atividades de leitura, que estratégias você julga serem as mais adequadas para a compreensão do texto (ler todo ele de uma vez só, ler em partes, destacar as palavras chave, buscar informações sobre as desconhecidas ou possíveis incompreensões no texto, etc.)?
- d. Estamos propondo uma estratégia de leitura (mediada por um guia). Você julga que poderia haver outra estratégia de leitura? Qual?
- e. Esquematize a seguir como você pensa em ler o texto.

Para responder durante a leitura (divida o texto em partes e estabeleça paradas para responder a esses questionamentos)

- a. O modo como você está procedendo a leitura lhe permitirá compreender o texto?
- b. Você está compreendendo o texto?

Para responder ao final do texto

- a. Qual era o objetivo do autor do texto? Que análise você faz do texto frente ao objetivo?
- b. Como você avalia o procedimento adotado para a leitura?
- c. Selecione/grife os principais conceitos de física envolvidos no texto pois na próxima aula iremos construir um mapa conceitual com eles.

Texto: Como funcionam os submarinos?

Os submarinos são uma incrível amostra de tecnologia. Até pouco tempo, a força naval operava somente sobre a superfície das águas, mas com o advento do submarino, o fundo do mar também se tornou um campo de batalha. Essa invenção, que permite não só lutar em uma batalha, mas também viver durante meses, ou até mesmo anos abaixo da superfície é considerada um dos maiores progressos da história militar.

Um submarino, ou qualquer tipo de embarcação, pode flutuar porque o peso da água deslocada é igual ao peso da embarcação. Esse deslocamento de água cria uma força que puxa para cima, chamada força de flutuação (empuxo), e age em oposição à gravidade que puxa a embarcação para baixo. Ao contrário do navio, o submarino pode controlar a sua flutuação, podendo assim afundar e emergir conforme necessário.



Para controlar a flutuação, o submarino possui tanques de lastro e auxiliares, ou tanques de balanceamento, que podem, alternadamente, estar cheios de água ou ar. Quando o submarino está na superfície, os tanques de lastro estão cheios de ar e a densidade total do submarino é menor que a da água circundante. Quando o submarino mergulha, os tanques de lastro são preenchidos com água e o ar nestes tanques escapa até que a densidade total seja maior do que a da água. Assim, o submarino começa a afundar. Um suprimento de ar comprimido é mantido em tanques a bordo do submarino, para prover as condições de vida e para a utilização nos tanques de lastro. Adicionalmente, o submarino possui um conjunto móvel de curtas "asas" chamadas hidroplanos na popa (parte de trás), que ajudam a controlar o ângulo de mergulho. Os hidroplanos são posicionados de forma a permitir que a água se mova sob a popa, fazendo-a mover-se para cima. Dessa maneira, o submarino desloca-se para baixo.

Para nivelar-se a uma certa profundidade, o submarino mantém o equilíbrio entre água e ar nos tanques, para que a densidade total seja igual à da água circundante. Quando o submarino atinge sua profundidade de navegação, os hidroplanos são regulados de maneira que o submarino viaje num nível através da água. A água também é forçada entre os tanques de balanceamento da proa e da popa para manter o subnível. O submarino pode se mover na água usando o leme da cauda para virar a estibordo (direita) ou a bombordo (esquerda); e os hidroplanos para controlar o ângulo de proa à popa. Alguns submarinos são equipados com um motor de propulsão secundário retrátil, que pode girar sobre um eixo de 360 graus.

Quando o submarino vem à superfície, o ar comprimido flui dos tanques de ar para os tanques de lastro e a água é forçada a sair, até que sua densidade total seja menor que a da água a sua volta (flutuação positiva). Isso faz o submarino emergir. Os hidroplanos são posicionados de forma que a água se mova sobre a popa, forçando-a para baixo; assim o submarino é angulado para cima. Numa emergência, os tanques de lastro podem ser cheios rapidamente com ar de alta pressão para fazer com que o submarino vá rapidamente para a superfície.

Fonte: http://www.propostasensinodefisica.net/2_Atividades/anee-mecflu-empuxo.pdf

FICHA DOS ELEMENTOS METACOGNITIVOS CONTEMPLADOS EM CADA ATIVIDADE

Item		Atividade	
		1	2
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.		X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X	
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	X	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.		X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	X	
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X	
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.		X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.		X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X	
Planificação	10. Planejo como devo realizar.		X
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X	
	12. Esquematizo minhas ações.		X
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X	
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.		X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	X	
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.		X
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X	
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.		X

APÊNDICE F - Estratégias metacognitivas no estudo da Hidrostática

Um guia para professores

**Material Didático:
Estratégias
Metacognitivas em
Tópicos de
Hidrostatica**

**Marivane de Oliveira Biazus
Cleci T. Werner da Rosa**



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

**Material Didático: Estratégias Metacognitivas em Tópicos de
Hidrostática**

Marivane de Oliveira Biazus

Cleci T. Werner da Rosa

Passo Fundo

2021

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
AS ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NO CONTEXTO DE SALA DE AULA.....	8
Por que estratégias metacognitivas no ensino de Física?.....	8
Um breve conceito de metacognição	9
Como avaliar o pensamento metacognitivo?.....	10
SOBRE O MATERIAL... ..	14
ATIVIDADE 1 - RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	16
Problema 1: Explorando o fenômeno físico	16
Problema 2: Explorando o cálculo de densidade	17
Problema 3: Desafio: Agora é com vocês!.....	18
Problema 4: Continuem!	19
ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA.....	20
FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 1	21
ATIVIDADE 2 - ATIVIDADE EXPERIMENTAL	22
Brincando com a pressão – Atividade experimental.....	22
ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA.....	26
FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 2	27
ATIVIDADE 3 - RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO O CONCEITO DE PRESSÃO NOS LÍQUIDOS	28
Problema 1: A pressão relacionada ao mergulho	28
Problema 2: Pressão venosa	30
Problema 3: Vamos falar de pressão atmosférica... ..	32
Problema 4: Algo do nosso cotidiano	33
ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA.....	34
FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 3	35
ATIVIDADE 4 - LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS CIENTÍFICOS	36

Texto 1: Um pouco de história.....	36
Texto 2: Como funcionam os submarinos?.....	39
FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 4	41
ATIVIDADE 5 - ATIVIDADE EXPERIMENTAL ENVOLVENDO O CONCEITO DE EMPUXO	42
Flutua ou afunda? – atividade experimental	42
FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 5	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

APRESENTAÇÃO

A escola enquanto espaço de formação deve ter como objetivo central a transformação e o desenvolvimento pessoal dos educandos, e sobretudo, tem a responsabilidade de ensinar os alunos a aprender e a pensar como se aprende. A aquisição de estratégias que permitam aos estudantes aprender e continuar aprendendo torna-se, nessa lógica, uma importante função das instituições e pode se tornar o diferencial entre quem quer aprender para reproduzir conhecimentos e quem quer aprender para produzir novos conhecimentos.

A esse respeito, Monereo et al. (1994) enfatiza que as estratégias de aprendizagem têm uma função primária em qualquer processo de aprendizagem, cujo papel é “facilitar a assimilação da informação que chega do lado de fora ao sistema cognitivo do sujeito, que envolve gerenciar e monitorar a entrada, rotulagem-categorização, armazenamento, recuperação e saída de dados” (p. 4). Nesse detalhamento dos autores é possível identificar que as estratégias de aprendizagem podem envolver operações cognitivas e metacognitivas, que são adequadas às exigências de diferentes situações em que são realizadas deliberada e conscientemente para alcançar os objetivos de aprendizagem da maneira mais eficiente possível.

Livingston (2003, p. 5, tradução nossa), seguindo o mencionado por Flavell, Miller e Miller (1999) coloca que:

As estratégias metacognitivas e cognitivas podem sobrepor-se na medida em que a mesma estratégia, como questionamento, poderia ser considerada tanto como uma estratégia cognitiva ou uma metacognitiva, dependendo do que o objetivo do uso dessa estratégia pode ser.

Para definir o que são estratégias de aprendizagem, tomamos como referência o enunciado por Monereo e seus colaboradores os quais mencionam se tratar de “processos decisórios (conscientes e intencionais) nos quais o aluno escolhe e recupera, de forma coordenada, o conhecimento necessário para completar uma demanda determinada ou objetivo, dependendo das características da situação educacional em que a ação ocorre” (1994, p. 27, tradução nossa). Isso significa que um estudante para utilizar uma determinada estratégia de aprendizagem, precisa planejar, regular e avaliar as suas ações de forma a adaptá-la ao seu conhecimento e as demandas da tarefa e do contexto, o que envolve ativar processos metacognitivos.

Rosa (2014) infere que o uso de estratégias de aprendizagem favorece uma aprendizagem significativa, uma vez que desafia e oportuniza o aluno a construir o seu próprio conhecimento, através da mediação do professor. A autora ainda enfatiza que as estratégias de aprendizagem que se utilizam de processos metacognitivos representam um aprendizado mais rico, e “conduzem os aprendizes a entender não apenas os conhecimentos específicos, mas também os mecanismos internos que lhes permitiram a construção desses conhecimentos” (ROSA, 2014, p. 82).

Visto dessa forma, o aluno não deve apenas conhecer ou utilizar um procedimento para resolver uma tarefa específica, repetindo as etapas corretas de sua utilização. Mas deve também ser capaz de avaliar as vantagens de um procedimento em relação a outro, para aquela atividade específica e refletir em como essa técnica ou procedimento pode ser útil na resolução da tarefa. Nesse processo, é importante destacar que a consciência de ambos os conteúdos de conhecimento das estratégias empregadas e sua eficácia (regulação da cognição) vêm como resultado da reflexão consciente realizado durante o processo de ensino.

Mas, como levar os alunos a aprender as estratégias de aprendizagem? Sobre isso Monereo et al. (1994, p. 32, tradução nossa) destacam que

o ensino de estratégias está ligado à metodologia de ensino-aprendizagem utilizada pelo professor para favorecer uma dinâmica em que a premissa "refletir ou pensar em voz alta sobre como pensa-se ao aprender", ocupa um lugar privilegiado em cada uma das atividades escolares.

Em tal compreensão, a ação do professor é fundamental, pois é ele quem planeja as atividades, repassa para os alunos, avalia e fornece certos mecanismos de ajuda pedagógica que podem favorecer ou não o aprendizado dessas estratégias. Destacamos, ainda, que a verdadeira aprendizagem é aquela adquirida de forma ativa e consciente, por meio de um sistema de ações e práticas mentais empreendidas pelo aluno e que têm como precedente a orientação do professor. Essa orientação varia quantitativa e qualitativamente ao longo do processo de ensino-aprendizagem, conforme destaca Pérez Cabaní (1995, p. 2, tradução nossa):

A ajuda necessária em cada momento do processo será variável em forma e quantidade. Às vezes, o ajuste da ajuda pedagógica será alcançado, fornecendo ao aluno informações organizadas e estruturadas; em outras ocasiões, oferecendo modelos de ação para imitar, em outros, pedindo instruções e sugestões mais ou menos detalhada para enfrentar o trabalho, ou em outros casos, permitindo-lhe escolher e desenvolver completamente autonomamente a atividade de aprendizagem.

Sintetizando o apresentado, Monereo et al. (1994) anuncia algumas orientações que o professor deve realizar para ensinar seus alunos a aprender estratégias de aprendizagem, a saber:

- a) o professor deve ajudar na análise das operações e decisões mentais tomadas no processo de resolução de uma tarefa, a fim de melhorar os processos cognitivos que os alunos utilizam. Deve orientá-lo a buscar onde e como pesquisar, como selecionar informações relevantes, como elaborar e confirmar uma hipótese, que forma e sob quais critérios organizar e apresentar as informações descobertas, entre outros.
- b) o professor deve explicar as relações existentes entre o conteúdo e a forma como ele é ensinado, oferecendo modelos de aprendizado sobre como aprender o assunto e as relações com o mundo vivencial. Nesse processo, é necessário favorecer o uso estratégico de procedimentos de aprendizagem;

c) o professor deve induzir os alunos a pensarem de forma reflexiva sobre os processos de pensamento que utilizam para resolver os problemas propostos na sala de aula, levando em conta as características particulares ou condições em que ocorre, como enunciado do problema e indicações prévias do professor, resultado a ser obtido, palavras-chave do problema, algoritmos e/ou heurísticos de resolução, recursos que podem ser usados, restrições de tempo, etc. Dessa forma, as técnicas de estudo não devem ser apresentadas de forma prescritiva, mas por meio de oportunidades em que os alunos possam aplicar estratégias e decidir em que momento e de que modo elas serão realizadas;

d) o professor deve propor avaliações que permitam a reelaboração das ideias ensinadas e não apenas a sua repetição. Diferentes estudos mostraram que avaliações que propõem uma evolução do que é aprendido afetam muito a forma e a qualidade do estudo e da aprendizagem dos alunos. Esses estudos ainda apontam que as avaliações baseadas na resolução de problemas ou na análise de casos facilitam uma aprendizagem mais significativa e abrangente dos conceitos estudados.

Monereo et al. (1994) mencionam uma orientação metodológica que o professor pode utilizar no intuito de que o processo de ensino-aprendizado se efetive e para que o aluno passe a ter cada vez mais autonomia e controle da sua própria aprendizagem. Dessa forma, ensinar os alunos a agir estrategicamente, durante o seu aprendizado, significaria “passar a função reguladora desempenhada pelo professor para autorregular sua aprendizagem, e assim planejar, controlar e avaliar suas operações mentais enquanto aprendem um processo de ensino” (p. 67, tradução nossa).

Considerando-se o exposto, o material apresentado refere-se a um conjunto de cinco atividades, para abordar tópicos de “Hidrostática”, vinculado ao componente curricular Física no Ensino Médio. No material, são propostas atividades envolvendo a resolução de problemas, atividades experimentais e leitura e interpretação de textos científicos, apoiadas no uso de estratégias metacognitivas. Cabe salientar que esse material faz parte do estudo “Estratégias Metacognitivas no Ensino de Física: Análise de uma Intervenção Didática no Ensino Médio”. No estudo é detalhado a aplicação do material no contexto escolar, e os resultados obtidos nesse processo. O nosso intuito é que o material possa auxiliar outros professores que desejem se aventurar no uso de estratégias metacognitivas em sua prática.

AS ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS NO CONTEXTO DE SALA DE AULA

Por que estratégias metacognitivas no ensino de Física?

A Física contemplada nos currículos escolares deve fornecer condições aos estudantes para melhor compreender e explicar o mundo vivencial, ao mesmo tempo, em que deve oportunizar condições para que eles possam continuar aprendendo. No entanto, conforme aponta Moreira (2014), esta disciplina tem enfrentado muitas dificuldades em cumprir com seu papel formativo. Segundo o autor, a Física que é apresentada na educação contemporânea é desatualizada em termos de conteúdos e tecnologias, centrada no docente, baseada na aprendizagem mecânica dos conteúdos, no treinamento para dar respostas corretas e sem significado para o aluno. Além disso, os alunos, de modo geral, costumam apresentar dificuldades de aprendizagem, baixo rendimento e um sentimento de apatia pela disciplina o que, por consequência, os afasta da sala de aula e, por fim, repercute no aumento da evasão escolar (KRUMMENAUER; WANNMACHER, 2014).

Diante disso, surge a necessidade de se buscar alternativas em termos de intervenções didáticas focadas no desenvolvimento de determinadas capacidades, dentre as quais encontram-se aquelas vinculadas aos processos metacognitivos. Cabe salientar que o uso do pensamento metacognitivo está relacionado diretamente ao reconhecimento dos estudantes sobre seus conhecimentos e suas habilidades frente ao desenvolvimento das ações. Isso representa uma alternativa promissora na busca por qualificar a aprendizagem em Física, como salientado por Reif e Larkin (1991), Campanario e Otero (2000) e Veeman (2005), entre outros. De acordo com esses autores a tomada de consciência dos estudantes sobre seus próprios conhecimentos, tanto em termos dos conteúdos específicos quanto das tarefas propostas, bem como o controle autorregulador frente à execução dessas atividades, potencializam e favorecem a aprendizagem.

Desde os estudos desenvolvidos pela equipe de investigadores coordenados pela psicóloga americana Michelene Chi (CHI; GLASER; REES, 1982), o uso dos processos metacognitivos durante a aprendizagem em Física tem sido apontado com um diferencial entre aqueles que apresentam facilidade na apropriação dos conteúdos nessa disciplina (experts) e os que apresentam dificuldades na aprendizagem (novatos). Esses estudos têm apontado que os alunos que compreendem melhor a estrutura de conceitos envolvidos na Física, que resolvem de forma mais categórica os problemas nesta área do conhecimento e, portanto, apresentam melhores rendimentos acadêmicos, são os que recorrem ao pensamento de natureza metacognitiva (REIF; LARKIN, 1991; HENNSSEY, 2003; MALONE, 2008; TAASOBSHIRAZI; FARLEY, 2013; RYAN et al., 2016; ROSA; RIBEIRO; ROSA, 2018).

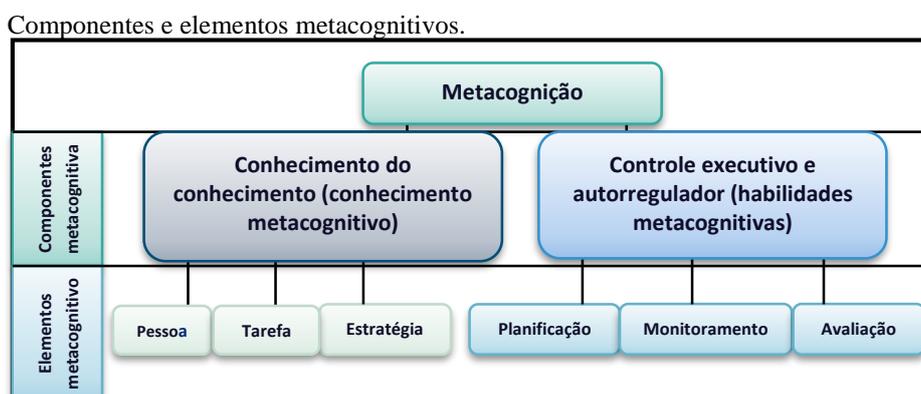
Todavia, a evocação do pensamento metacognitivo não representa um movimento espontâneo para muitos sujeitos, necessitando ser ativado por mecanismos externos. Em outras palavras, embora as

pesquisas evidenciem os benefícios de sua utilização, particularmente em relação a aprendizagem em Física, grande parte dos estudantes não consegue ativá-lo espontaneamente. Desta forma, surge a necessidade de propor alternativas para estimular o seu uso pelos estudantes, mostrando os benefícios que ela representa. Sobre isso, parece haver uma crença consensual de que a prática da metacognição conduz a uma melhoria de toda a atividade intelectual e, portanto, a uma potencialização do processo de aprendizado (LEFEBVRE-PINARD, 1983; FORREST-PRESSLEY; WALLER, 1984; CAMPIONE, 1987).

Um breve conceito de metacognição

A definição adotada neste material segue o proposto por Otero (1990) e reiterado por Rosa (2011), que ao apresentarem sob a perspectiva do processo de ensino e aprendizagem em Física, é assim expressa em Rosa (2011, p. 57, grifo da autora): “*Metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos*”.

O detalhamento dessa definição envolve, conforme especificada pela autora, duas componentes: o conhecimento do conhecimento e o controle executivo e autorregulador. Apoiando em estudos de Flavell e Wellman (1977) e Brown (1978; 1987), Rosa (2011) infere que cada componente pode ser entendido a partir de três elementos identificados no quadro Componentes e elementos metacognitivos.



Fonte: Adaptado de Rosa, 2011.

A categoria “conhecimento do conhecimento” compreende os conhecimentos apresentados pelos estudantes a respeito de si mesmo, envolvendo suas crenças, ideias e teorias vinculadas aos elementos metacognitivos pessoa, tarefa e estratégia. O elemento pessoa está relacionado à capacidade do estudante de identificar o seu próprio conhecimento, resgatar em sua estrutura cognitiva essas informações e comparar e avaliar esse conhecimento frente às indicações da atividade e frente aos conhecimentos dos outros estudantes. O elemento tarefa envolve a identificação do grau de dificuldade que a atividade exige

e a sua semelhança com outras que já tenham sido realizadas por ele. Por fim, o elemento estratégia diz respeito aos caminhos ou às soluções que o estudante conhece ou consegue identificar, e, diante disso, das escolhas que fará para resolver o problema apresentado.

A categoria “controle executivo e autorregulador” compreende as operações relacionadas aos mecanismos de ação do sujeito e estão vinculadas aos elementos metacognitivos planejamento, monitoração e avaliação. O elemento planejamento está relacionado ao planejamento e à estruturação da ação, ou seja, à estruturação da definição de objetivos, da seleção de estratégias apropriadas e da identificação dos recursos necessários para se alcançar o objetivo. O elemento monitoramento diz respeito ao acompanhamento da ação para avaliar se, a partir do planejamento feito e da ação em execução, chegar-se-á ao objetivo pretendido. Por fim, o elemento avaliação refere-se ao momento no qual o sujeito deve refletir de forma crítica sobre como ocorreu o processo de execução da atividade e sobre as estratégias desenvolvidas para se alcançar os objetivos previamente estabelecidos, e, deve ainda, avaliar possíveis falhas nesse processo.

Como avaliar o pensamento metacognitivo?

Uma forma de avaliar como os estudantes utilizam o seu pensamento metacognitivo é através da utilização de questionários. Na literatura é possível encontrar um conjunto de questionários cujas especificidades se dão em função do objetivo do estudo. A título de exemplo, há questionários como o *Metacognitive Orientation Learning Environment Scale - Science* – MOLES-S (THOMAS, 2003), *Metacognition Baseline Questionnaire* – MBQ (ANDERSON; NASHON, 2007), *Metacognitive Awareness Inventory* – MAI (SCHRAW; DENNISON, 1994), *Constructivist Learning Environment Survey* – CLES (TAYLOR; FRASER; WHITE, 1994), o *Science Laboratory Environment Inventory* – SLEI (FRASER; GIDDINGS; MCROBBIE, 1995), entre outros.

Para esse material, indicamos o questionário apresentado a seguir o qual foi estruturado e adaptado a partir do questionário *Metacognitive Awareness Inventory* – MAI (SCHRAW; DENNISON, 1994). No questionário são apresentados os seis elementos metacognitivos e os objetivos metacognitivos correspondente a cada um dos elementos. Para cada um dos elementos existem três aspectos relacionados, representado pelos itens numerados de 1 a 18. Por exemplo, para o elemento pessoa, estão relacionados os itens 1, 2 e 3. Já para o elemento tarefa, estão relacionados os itens 4, 5 e 6.

Questionário adaptado para o estudo a partir do MAI e da ficha de observação utilizada em situação real de sala de aula.

Elemento metacognitivo	Item no questionário metacognitivo	Objetivo metacognitivo
Ao iniciar uma atividade ...		
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	Ser consciente da meta a ser alcançada.
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	Identificar suas próprias características em relação ao conhecimento envolvido na atividade.
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	Estabelecer comparações como forma de avaliar os próprios conhecimentos.
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	Buscar experiências anteriores como subsídio para avaliar a nova demanda.
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	Identificar os conhecimentos e limitações sobre a tarefa.
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	Analisar a tarefa em termos do que é necessário para sua execução.
Estratégias	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	Avaliar os caminhos a serem percorridos.
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	Identificar possibilidades de caminhos a serem percorridos.
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	Mapear as ações necessárias para lograr êxito na atividade.
Ao executar uma atividade ...		
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	Projetar o percurso a ser executado.
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	Organizar as ações.
	12. Esquematizo minhas ações.	Estruturar as ações.
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	Verificar o percurso em prol do objetivo.
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	Ter consciência do objetivo, avaliando-o frente ao que está sendo realizado.
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	Avaliar as decisões tomadas e o andamento da atividade.
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	Avaliar os resultados alcançados.
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	Refletir sobre as escolhas e percurso executado.
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	Estabelecer comparações entre procedimentos e resultados.

Fonte: Autoras, 2021.

Cada um desses itens corresponde a um questionamento, que foi estruturado na forma de assertivas envolvendo o uso de escala Likert, conforme é mostrado a seguir. Esse questionário pode servir de instrumento para avaliar a evocação do pensamento metacognitivo pelos estudantes, antes e depois de uma intervenção didática, por exemplo. Sugerimos aqui, que antes de utilizar o material o professor aplique o questionário na forma de pré-teste, e ao final da aplicação das atividades, aplique o mesmo questionário. A comparação entre o pré e pós-teste fornecerá subsídios importantes da percepção dos estudantes frente ao seu conhecimento e a execução nas atividades.

Questionário a ser aplicado com os estudantes

Assertivas	1	2	3	4	5
Ao iniciar uma atividade ...					
1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.					
2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.					
3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.					
4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.					
5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.					
6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.					
7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.					
8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.					
9. Visualizo o que tenho que realizar.					
Ao executar uma atividade ...					
10. Planejo como devo realizar.					
11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.					
12. Esquematizo minhas ações.					
13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.					
14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.					
15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.					
16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.					
17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.					
18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.					

Fonte: Autoras, 2021.

Todavia, avaliar o pensamento metacognitivo não é uma tarefa simples, e a utilização de um único instrumento por vezes pode não fornecer um diagnóstico mais preciso em termos de identificação da evocação do pensamento metacognitivo pelos estudantes. Deste modo, construímos mais um instrumento para subsidiar essa avaliação, o qual é guiado pelos mesmos elementos e objetivos metacognitivos do questionário a ser aplicado. É importante destacar que estamos oferecendo possibilidades de instrumentos, que foram desta forma estruturados para contemplar as atividades propostas neste material.

Deste modo, o outro instrumento trata-se da **Ficha de Avaliação dos elementos metacognitivos contemplados em cada atividade**. Essa ficha é um guia para o professor compreender como cada elemento metacognitivo foi estimulado através da estratégia utilizada na atividade. Nesta ficha, são apresentados os seis elementos metacognitivos e os aspectos relacionados (os itens de 1 a 18) da mesma forma como foi apresentado no questionário. Para exemplificar, apresentamos a ficha de avaliação da Atividade 1. Na primeira coluna são identificados os seis elementos metacognitivos, na segunda coluna os aspectos que compõe cada elemento, e na terceira coluna as tarefas propostas (no caso do exemplo da atividade 1, são quatro problemas).

Ficha de Avaliação dos elementos metacognitivos contemplados em cada atividade

Item		Problemas			
		1	2	3	4
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.		X	X	
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X		X	
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.		X	X	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X			X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.		X	X	
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X			X
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.		X		X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.		X		X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X			X
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	X		X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.		X		X
	12. Esquematizo minhas ações.	X	X		
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.		X		X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.		X		X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.			X	X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X		X	
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X	X		
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X			X

Fonte: Autoras, 2021.

Destacamos que nem todas as tarefas propostas em cada atividade contemplam todos os aspectos de cada elemento. No entanto, pode ocorrer de um aspecto não previsto na ficha ser desenvolvido pelo estudante, assim como, pode ocorrer do aspecto mencionado na ficha não ser desenvolvido. Lembramos que a ficha se trata de um guia, e é um importante instrumento que o professor pode utilizar como subsídio para compreender se estudante evocou ou não o elemento metacognitivo na utilização da estratégia metacognitiva.

Mas como utilizar a ficha de **Avaliação dos elementos metacognitivos contemplados em cada atividade**? A ficha deve ser utilizada no momento em que você for avaliar os materiais produzidos pelos estudantes, assim como os diálogos que irão permear o desenvolvimento das atividades. Não é um

processo simples identificar os elementos e os seus aspectos, por isso, a ficha se torna uma ferramenta valiosa para a identificação das mesmas!

SOBRE O MATERIAL...

O material aborda tópicos de Hidrostática, envolvendo os conceitos de Densidade, Pressão nos sólidos, Pressão nos líquidos e Força de empuxo, direcionado para alunos do Ensino Médio. Cada atividade está organizada de modo a recorrer ao uso de estratégias metacognitivas na resolução de problemas, atividades experimentais e leitura e interpretação de textos científicos.

Ao todo, são apresentadas cinco atividades as quais se referem a: Atividade 1 – resolução de problemas envolvendo o conceito de densidade; Atividade 2 – atividade experimental envolvendo o conceito de pressão; Atividade 3 – resolução de problemas envolvendo o conceito de pressão nos líquidos; Atividade 4 – leitura e interpretação de textos científicos; Atividade 5 – atividade experimental envolvendo o conceito de empuxo. O quadro Mapa das atividades sintetiza o que é abordado em cada atividade, seus objetivos e os aspectos metacognitivos privilegiados no seu desenvolvimento.

Mapa das Atividades

Atividade 1	Resolução de problemas Problema 1: Explorando o fenômeno físico. Problema 2: Explorando o cálculo de densidade. Problema 3: Desafio: Agora é com vocês! Problema 4: Continuem! Atividades para fazer em casa	Objetivos: Aplicar estratégias metacognitivas na resolução de situações-problema envolvendo o conceito de densidade.	Aspectos privilegiados pela atividade 1. 2, 4, 6, 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19 2. 1, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 17 3. 1, 2, 3, 5, 10, 15, 16 4. 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 18
Atividade 2	Atividade Experimental Brincando com a pressão – atividade experimental Atividades para fazer em casa	Objetivos: Aplicar estratégias metacognitivas em uma atividade experimental envolvendo o conceito pressão.	Aspectos privilegiados pela atividade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
Atividade 3	Resolução de problemas Problema 1: A pressão relacionada ao mergulho Problema 2: Pressão venosa Problema 3: Vamos falar de pressão atmosférica... Problema 4: Algo do nosso cotidiano Atividades para fazer em casa	Objetivos: Aplicar estratégias metacognitivas na resolução de situações-problema envolvendo o conceito de pressão nos líquidos.	Aspectos privilegiados pela atividade 1. 2, 3, 4, 6, 8, 9, 13, 15, 16, 18, 19 2. 1, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 16, 17 3. 1, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17 4. 2, 5, 7, 11, 15, 18
Atividade 4	Leitura e interpretação de textos científicos Texto 1: A coroa do Rei de Hieron, a densidade dos corpos e Arquimedes, o que eles têm em comum? Texto 2: Como funcionam os submarinos?	Objetivos: Aplicar estratégias metacognitivas na leitura e interpretação de texto científicos envolvendo o conceito de força de empuxo.	Aspectos privilegiados pela atividade 1. 2, 3, 5, 6, 9, 11, 13, 15, 17 2. 1, 4, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18
Atividade 5	Atividade experimental Flutua ou afunda? – atividade experimental	Objetivos: Aplicar estratégias metacognitivas em uma atividade experimental envolvendo o conceito força de empuxo.	Aspectos privilegiados pela atividade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Fonte: Autoras, 2021.

Cada tarefa proposta é guiada por um roteiro de questionamentos, ou seja, um passo a passo, os quais os estudantes devem ir realizando para completar a tarefa. Por exemplo, o quadro abaixo ilustra o roteiro de questões presente no problema 3, da atividade 1.

Roteiro de questões do problema 3 – Atividade 1

- Inicie explicando a situação-problema apresentada no enunciado ao colega, destacando o objetivo principal a ser alcançado
- Inverta a situação e deixe seu colega explicar e relatar o objetivo identificado por ele.
- Registre os conhecimentos que cada um de vocês tem sobre o conteúdo envolvido na situação-problema apresentada e quais as dificuldades detectadas.
- Discuta com ele qual o melhor caminho para solucionar o problema e registrem o acordado no papel, especialmente as grandezas físicas envolvidas e a(s) fórmula(s) que pretendem utilizar. Não esqueça de verificar as unidades!!!
- Enquanto estiver resolvendo proceda paradas e avalie junto com seu colega se o que estão fazendo e o procedimento adotado permitirá chegar a solução do problema.
- Ao final verifique o resultado, especialmente a sua coerência frente ao problema apresentado.
- Explique ao colega qual a interpretação do resultado e depois peça a ele que explique a você. Caso tenham divergências nessas explicações, busquem identificá-las e solucioná-las.

É importante que o professor esteja atento, pois serão necessárias intervenções no sentido de ajudar o estudante a compreender o que precisa fazer, especialmente nas primeiras tarefas. Ao final de algumas atividades, há também a indicação de uma tarefa para ser realizada em casa. O objetivo dessas tarefas é fazer com que o estudante exercite o uso das estratégias metacognitivas trabalhadas em aula, em outras situações, sem o roteiro ou com poucas dicas para a sua realização.

As atividades envolvem um total de cinco aulas, considerando dois períodos de 50 minutos. No entanto, o professor frente a sua realidade poderá organizar o material de modo a incluir novas atividades, excluir outras, realizando os ajustes que julgar pertinente.

Ao final de cada atividade está a ficha **Ficha de Avaliação dos elementos metacognitivos contemplados em cada atividade**. Lembrando que essa ficha é para o professor, e não deve ser entregue aos estudantes.

ATIVIDADE 1 – RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO O CONCEITO DE DENSIDADE

Problema 1: Explorando o fenômeno físico

Ao aquecermos o leite em um recipiente sobre a chama de um fogão, percebemos que em seu interior formam-se correntes de convecção (movimento de deslocamento do leite dentro do recipiente). Isso ocorre porque há uma relação direta entre o aquecimento (aumento da temperatura) e a expansão do leite (aumento de volume). Essa mesma situação pode ser analisada sob o ponto de vista da densidade do leite. Vamos a ela ...

- a. A situação-problema descrita já havia sido percebida por você? Que outros exemplos você pode relatar?
- b. Você lembra quais as grandezas físicas que estão envolvidas no estudo da densidade? Registre-as.
- c. Como essas grandezas estão relacionadas entre si matematicamente (fórmula)?
- d. Qual dessas grandezas é mencionada no enunciado? Destaque como ela está relacionada com a densidade.
- e. A partir dessa identificação faça um esquema (desenho) que possibilita expressar a situação apresentada (movimento do leite ocasionado pelo aquecimento na parte inferior)
- f. Como a massa (quantidade) do leite se comporta durante o aquecimento?
- g. Identifique no esquema anterior (desenho) as grandezas físicas envolvidas.
- h. De que forma a relação entre essas grandezas expressas na fórmula possibilita explicar o ocorrido?
- i. A partir do discutido e do esquema, analise o movimento de deslocamento do leite e sua relação com a densidade.
- j. Formule uma explicação para o ocorrido na situação apresentada.
- k. Ao aquecermos um corpo seu volume aumenta (na grande parte das vezes), o que leva a entender que eles se tornam mais densos ou menos densos?
- l. A partir dessa análise podemos explicar outras situações como o fato do ar frio proveniente de um ar condicionado se direcionar sempre para a parte inferior do ambiente e o ar quente para a parte superior. Você consegue visualizar a relação entre essa situação e a apresentada no enunciado? Relate aos colegas.

Problema 2: explorando o cálculo de densidade

Temos dois líquidos imiscíveis (não se misturam), sendo um deles a água cuja densidade é 1g/cm^3 e outro com densidade desconhecida. Desse líquido desconhecido sabemos que 30g ocupam um volume de 50 ml. Com essas informações podemos dizer que ao serem colocados em um mesmo recipiente, o líquido de densidade desconhecida ficará na parte superior ou inferior do recipiente? Para responder essa pergunta vamos antes refletir ...

- a. Você entendeu a situação-problema apresentada e qual o seu objetivo? Relate
- b. Você julga ter conhecimentos sobre o tema em discussão? Julga que são suficientes para resolver a situação? Compare-os com os de seus colegas e anote as diferenças.
- c. Que conhecimentos são necessários para resolver a situação apresentada? Anote possíveis dificuldades que você julga ter para resolver a situação-problema (atingir o objetivo).
- d. O problema apresentado pode ser identificado com outro já resolvido por você? Localize em seu caderno e verifique a forma com você resolveu.
- e. Descreva a proposta de solução imaginada por você.
- f. Identifica outra possibilidade de resolver o problema?
- g. Apresente a solução ao problema, descrevendo e analisando cada passo realizado em termos do objetivo do problema (se necessitar pode utilizar desenhos) – não esqueça de verificar as unidades!
- h. Qual o valor da densidade do líquido desconhecido? Ela é maior ou menor que o da água?
- i. O realizado permite responder o questionamento do problema apresentado? Qual a resposta encontrada?
- j. Como você avalia a atividade desenvolvida? Foi clara para permitir a compreensão da atividade e a resolução do problema?
- k. A situação estudada neste problema se assemelha a vivenciada quando lavamos louça e percebemos que a gordura não fica diluída na água, acumulando-se na parte superior. Imagine que alguém lhe pergunte sobre o porquê isso ocorre, você se sente em condições de explicar? Registre e compartilhe com seus colegas essa explicação.

Problema 3: Desafio – agora é com vocês!

3. Precisamos verificar a massa de 1,5 litros de água. Para isso dispomos apenas do valor da densidade da água que é 1 g/cm^3 . Utilizando seus conhecimentos sobre densidade e sobre conversões de unidades, trabalhe de forma colaborativa com um colega e busque a solução para o problema. Para isso temos algumas orientações/dicas e ao final da atividade compartilharemos o resultado e o procedimento adotado.

- Inicie explicando a situação-problema apresentada no enunciado ao colega, destacando o objetivo principal a ser alcançado
- Inverta a situação e deixe seu colega explicar e relatar o objetivo identificado por ele.
- Registre os conhecimentos que cada um de vocês tem sobre o conteúdo envolvido na situação-problema apresentada e quais as dificuldades detectadas.
- Discuta com ele qual o melhor caminho para solucionar o problema e registrem o acordado no papel, especialmente as grandezas físicas envolvidas e a(s) fórmula(s) que pretendem utilizar. Não esqueça de verificar as unidades!!!
- Enquanto estiver resolvendo proceda paradas e avalie junto com seu colega se o que estão fazendo e o procedimento adotado permitirá chegar a solução do problema.
- Ao final verifique o resultado, especialmente a sua coerência frente ao problema apresentado.
- Explique ao colega qual a interpretação do resultado e depois peça a ele que explique a você. Caso tenham divergências nessas explicações, busquem identificá-las e solucioná-las.

Problema 4: Continuem!

Você já deve ter observado que uma garrafa de cerveja estoura quando o líquido colocado no seu interior congela. Isso é explicado pelo fato de a água (grande parte do líquido no interior da garrafa) aumentar de volume quando congela. Esse comportamento de aumentar de volume ao ser resfriado não é comum nos líquidos, pois para a grande maioria deles ocorre o inverso – redução de volume quando ocorre redução de temperatura. Esse comportamento irregular da água (ou anômalo) explica o fato do gelo boiar quando colocado em um copo com água em estado líquido. Explique tal fenômeno (gelo boiar na água) a partir do estudo de densidade, relacionado as variáveis, temperatura-volume e volume-densidade.

- Inicie explicando a situação-problema apresentada no enunciado ao colega, relatando situações cotidianas em que tenha percebido tal fenômeno.
- Inverta a situação e deixe seu colega explicar e exemplificar.
- Na sequência identifiquem outros semelhantes e já resolvidos em aula.
- Avalie os conhecimentos que você tem sobre o assunto e compartilhe com seu colega registrando-os.
- Analise possíveis estratégias para solucionar o problema e discuta-os em termos da pergunta do problema apresentado (objetivo). Caso for identificado mais de uma registre-as.
- Lembre de proceder a desenhos/esquemas que esbocem cada etapa realizada.
- Discuta com seu colega se o que estão fazendo permite chegar ao resultado do problema (objetivo). Faça isso durante todo o procedimento.
- Ao final verifique o resultado (a explicação construída) frente ao objetivo (pergunta).
- Descreva cada passo executado na atividade.

ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA

1. Um professor de Física propõe um desafio a um aluno do ensino médio. Neste desafio, o professor entrega um objeto ao aluno e questiona se o mesmo é de chumbo. Mas para responder à pergunta o aluno deve apresentar um argumento que justifique a sua resposta. Inicialmente, pensativo em como poderia descobrir a resposta ao desafio proposto pelo professor, o aluno teve uma ideia: iria calcular a densidade do objeto e comparar com a densidade apresentada em uma tabela de propriedades específicas das substâncias presente no seu livro didático. Para isso, ele pensou na seguinte estratégia:

1º) Vou medir a massa do objeto! Com a ajuda de uma balança verificou que a massa do objeto era de 175,90 g.

2º) O próximo passo é medir o volume do objeto. Mas para isso encontrou um problema: o objeto não tinha um formato regular que permitisse a medida com o uso de uma régua. Então ele pensou em imergir (afundar) totalmente o objeto em uma proveta com 50 ml de água.

3º) Ao fazer isso ele verificou que o volume da mistura (objeto + água) passou a ser de 65,5 ml.

Com essa estratégia ele acha que conseguirá resolver o desafio!

Agora vou desafiar você. Analise a estratégia adotada pelo estudante e apresente a possível resposta encontrada por ele, assim como o seu argumento apresentado.

Os itens mencionados a seguir devem ser respondidos na folha.

- Para resolver esse problema inicie identificando a pergunta (o objetivo) do problema
- Há semelhança com outro já resolvido por você?
- Liste os conhecimentos necessários para resolver (fórmulas, conceitos, conversões de unidades).
- A partir desses aspectos verifique como vai fazer para resolver e se há outras possibilidades de solução.
- Durante a resolução você julga que suas escolhas possibilitam chegar ao resultado (objetivo)?
- Qual o resultado encontrado?
- Ele se mostra coerente com o apresentado no problema?
- Descreva o caminho percorrido para resolver, destacando as dificuldades.

2. Escolha um problema dos já resolvidos em aula e reconstrua o enunciado (situação-problema) envolvendo novo contexto e se desejar novos valores.

Resolva o problema e ao final descreva as dificuldades encontradas nesta tarefa.

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 1

Item		Atividade			
		1	2	3	4
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.		X	X	
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X		X	
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.		X	X	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X			X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.		X	X	
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X			X
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.		X		X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.		X		X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X			X
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	X		X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.		X		X
	12. Esquematizo minhas ações.	X	X		
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.		X		X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.		X		X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.			X	X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X		X	
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X	X		
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X			X

ATIVIDADE 2 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL ENVOLVENDO O CONCEITO DE PRESSÃO

Brincando com a pressão – Atividade Experimental

Hoje vamos retomar o conceito de Pressão e discuti-lo a partir de situações vivenciais!

1. Para iniciar analise os dois conjuntos de imagens apresentadas e registre/relate ao grupo suas experiências vivenciadas e relacionada a elas.

Salto de sapato masculino



Salto de sapato feminino



Pessoa em pé em uma cama de prego



Pessoa pisando em um parafuso



2. Vamos realizar um experimento para discutir a relação entre a pressão que uma pessoa exerce sobre uma superfície (chão) e a área de contato dessa pessoa com a superfície, ou seja, você pisando no chão com a ponta do pé ou com o pé por completo.

3. Antes é necessário que você retome e registre seus conhecimentos sobre o estudo da Pressão, incluindo a expressão matemática e as unidades de medida abordadas em aula.

4. Avalie esses conhecimentos em relação ao objetivo do estudo, elencando possíveis dificuldades que julga ter sobre esse assunto. Não esqueça de comparar elas com as dos seus colegas.

5. Vamos a atividade! Para isso fique de pé:

- Comente sobre a sensação de equilíbrio quando você está de pé apoiado com os dois pés no chão.
- Agora levante um dos pés e comente a sua sensação.
- Por fim, tente ficar na ponta do pé (imitando uma bailarina). Foi fácil de fazer? Todo mundo conseguiu fazer? Por que é tão difícil ficar na ponta do pé?

6. Analise as situações apresentadas anteriormente sob a perspectiva da relação entre a pressão e área de contato com o chão, iniciando pela discussão da força exercida sobre o solo.

- Nas situações descritas a força variou ou foi a mesma para todas elas? Que força foi a aplicada sobre o solo?

-
- De que forma estão relacionadas pressão e área de contato? No exemplo mencionado anteriormente qual a situação de maior pressão?

7. Vamos calcular nosso peso, a área de contato com o solo (pé) nas diferentes situações descritas no exemplo acima e determinar os valores de pressão para cada situação.

- Para iniciar discuta com seus colegas e registre possíveis estratégias para realizar esses cálculos.

- Anote o que você vai precisar para isso e quais os conhecimentos que vai necessitar.

8. Uma ajuda! Como vai calcular a área de cada pé nas diferentes situações? Pense em uma estratégia ... quer uma dica? Utilize um barbante para contornar os pés em cada situação descrita no item 5 e depois construa figuras geométricas regulares com esse barbante (escolha aquelas que você sabe calcular a área). Anote os valores

9. Agora que temos a área para cada uma das três situações, vamos ao cálculo da força-peso de cada um de vocês. Dica ... a balança disponível na sala indica o valor da massa de cada um, mas temos de obter o peso. Caso tenha dificuldades para fazer esse cálculo, retome em suas anotações, discuta com os colegas ou pergunte a professora. Registre o cálculo realizado e o valor do peso obtido.

10. Bem, você dispõe até o momento dos valores da área de contato de cada situação, do peso (força) e agora pode determinar a pressão correspondente a cada situação. Para isso proceda aos cálculos e preencha a tabela.

	Força-peso (N)	Área (m²)	Pressão (N/m²)
2 pés			
1 pé			
½ pé			

11. Como estão relacionados pressão e área de contato?

12. A identificação dessa relação responde ao objetivo apresentado no início da atividade?

13. Mentalmente descreva o procedimento realizado e avalie se ele poderia ter sido desenvolvido de outra forma (utilizado outra estratégia). Caso identifique outra opção, registre-a.

14. A partir do resultado obtido com o preenchimento da tabela, responda:

- Quando você levanta um dos pés ou fica na ponta dos pés ocorre alguma alteração no peso exercido por você sobre o solo?
- O que justificaria o desequilíbrio sofrido por vocês ao levantar um dos pés do solo ou ficar na ponta do pé?
- Se você realize esse mesmo experimento em Marte por exemplo, os valores encontrados para a pressão seriam os mesmos?

ATIVIDADE PARA FAZER EM CASA

Para essa atividade será necessário que você providencie uma caixa de leite (ou creme de leite/leite condensado). Com a caixa sobre uma mesa e imaginando que ela seja regular verifique três possibilidades distintas de apoiar a caixa sobre a mesa (os lados da caixa devem estar paralelos à mesa). Para cada uma dessas posições calcule a pressão que ela está exercendo sobre a mesa.

Antes de iniciar a atividade lembre dos passos que temos executado nas nossas aulas, especialmente o de retomar atividades parecidas com a proposta, resgatar os conhecimentos necessários (fórmulas e outros) e avaliar o resultado encontrado frente ao questionado no enunciado.

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 2

Item		Atividade
		1
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	X
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	X
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X
	12. Esquematizo minhas ações.	X
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X

ATIVIDADE 3 – RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO O CONCEITO DE PRESSÃO NOS LÍQUIDOS

Problema 1: A pressão relacionada ao mergulho

Para iniciarmos essa atividade vamos assistir dois vídeos sobre mergulho aquático. Preste bastante atenção!

Vídeo 1 – Como é o treinamento dos mergulhadores



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=6tOn4P64XFM>

Vídeo 2 - Morte da mergulhadora Natalia Molchanova



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=EYna1s2wl8g>

Os vídeos apresentam um importante conceito do tópico de Hidrostática que é o de Pressão, especificamente a pressão exercida pelos fluídos. Em uma passagem do vídeo 2 é mostrado que a mergulhadora, Natalia Molchanova, em um dos seus recordes mundiais, teria descido a 101 metros no mar em apneia (parada respiratória) utilizando apenas nadadeiras. A partir da situação descrita, determine a que pressão a nadadora ficou submetida ao atingir a profundidade máxima.

Antes de resolver esse problema vamos a algumas perguntas.

- As situações retratadas nos vídeos eram conhecidas por você? Já leu algo a respeito, ouviu falar ou teve alguma experiência relacionado a mergulho? Descreva.
- Consegue relacionar essas situações descritas no item 'a' com o conceito de pressão nos líquidos estudado em aula? Exemplifique.
- Identifique as grandezas envolvidas no conceito de Pressão nos líquidos? E como elas estão relacionadas matematicamente (fórmula)?
- Faça um esquema (desenho) que expresse as grandezas identificadas no item 'c' com a situação apresentada no vídeo 2. Compare seu esquema com os dos colegas e verifique as dificuldades encontradas.
- Avalie as grandezas físicas destacadas no esquema da letra 'd' com a expressão matemática escrita na letra 'c'. Você consegue identificar todas as variáveis necessárias para responder ao problema apresentado no enunciado? Caso não identifique, qual o outro caminho possível para isso?

f. Chegado o momento de proceder o cálculo e responder ao problema, você julga que tem todos os elementos necessários para isso?

g. Enquanto você realiza o procedimento para o cálculo verifique se ele está de acordo com o objetivo do problema e liste suas dúvidas.

h. Qual o valor da pressão exercida sobre a mergulhadora? Esse valor é coerente com situações reais como a vivenciada pela nadadora Natalia Molchanova?

k. Compartilhe com seus colegas o resultado e discuta com eles diferentes possibilidades de procedimento para resolver o problema apresentado.

Problema 2: Pressão venosa

Ao sofrer um corte, notamos que o sangue escorre de nosso corpo. Isso ocorre pelo fato de que a pressão sanguínea se encontra um pouco maior que a pressão atmosférica, o que é cerca de 2,5% maior. Desta forma, para que o soro entre na veia de um paciente, por exemplo, será necessário que a pressão exercida pela solução salina seja maior que a pressão atmosférica. Sabendo dessas informações, vou propor um desafio a você: suponha que um enfermeiro precisa aplicar soro a um paciente, mas está em dúvida a que altura mínima em relação ao braço do seu paciente, deve colocá-lo para que o soro possa penetrar na corrente sanguínea. Você pode ajudá-lo? Tenho certeza que com seus conhecimentos de pressão poderá encontrar essa altura!

Vou dar umas dicas: Considere nessa situação que a pressão atmosférica seja a mesma a nível do mar, e que, a densidade tanto do soro como do sangue sejam iguais a densidade da água. Se não lembrar dos valores consulte o seu caderno.

- a. Realize a leitura atenta da situação apresentada e identifique a pergunta (o objetivo) do problema. Registre.
- b. Você considera ter conhecimentos para resolver o problema? Quais julga não ter ou identifica dificuldades?
- c. O que precisa ser feito para iniciar a resolução do problema?
- d. Represente a situação por meio de um esquema (desenho).
- e. Localize e anote as grandezas apresentados na situação. Em seguida:
 - adapte as unidades usando o sistema internacional de unidades.
 - identifique essas grandezas em: conhecidas (aquelas identificadas na situação) ou desconhecidas (aquelas que não são apresentadas de forma clara e a que precisa ser determinada segundo o objetivo).
- f. Agora que esquematizou a situação e identificou as grandezas é hora de planejar a solução!
 - Para começar, avalie: O problema envolve uma análise matemática ou conceitual? Pense em qual resposta você deve apresentar ao final! (Retome o objetivo se for necessário).
 - A seguir, se envolve uma análise matemática escreva qual lei ou equação deve ser usada nesta situação. (Avalie se é necessário mais de uma equação, caso sua resposta seja positiva, escreva todas as equações necessárias).
 - Agora pare um instante e pense: Você tem todos os dados e a equação necessária para a resolução desse problema?
- g. Depois do planejamento é hora de resolver o problema. Apresente o desenvolvimento da sua resolução e não esqueça de analisar o procedimento com o objetivo do problema.

h. O resultado encontrado por você se mostra coerente? Analise a solução e verifique se não há possíveis erros na aplicação da fórmula ou nas etapas desenvolvidas. Não esqueça de registrar!

i. Exprese a solução final indicando claramente as unidades correspondentes no SI. Escreva uma frase que inclui a solução.

Problema 3: Vamos falar de pressão atmosférica...

Em um artigo sobre esportes é apresentado o seguinte trecho:

“Você já deve ter ouvido falar que a altitude pode ser um problema para a prática de esportes. Quanto mais elevada, pior para a performance atlética. O coração acelera, a respiração fica ofegante, bate a sensação de tontura, náuseas e até o raciocínio fica comprometido”.

(Extraído de: encurtador.com.br/msP36)

Embora o trecho mencione apenas a altitude, sabemos que há a influência da pressão atmosférica! Não a percebemos, mas ela é bastante significativa, tanto que o nosso corpo sofre consideravelmente com as suas variações. Explique, baseado nessa relação entre a pressão atmosférica e a altitude, porque esses efeitos ocorrem no corpo humano.

- Qual o objetivo do professor ao apresentar esse problema?
- Explique o problema a seu colega e verifique se seus conhecimentos são os mesmos que ele apresenta sobre o assunto.
- Inverta a situação e deixe seu colega explicar e compare seus conhecimentos.
- Analise possíveis estratégias para solucionar o problema e discuta-os em termos da pergunta do problema apresentado (objetivo). Caso for identificado mais de uma registre-as.
- Trace juntamente com seu colega um plano para resolver o problema.
- Lembre-se de recorrer ao uso de desenhos/esquemas que esbocem cada etapa realizada.
- Avalie juntamente com seu colega cada etapa do desenvolvimento e se ele permite chegar ao objetivo.
- Ao final verifique o resultado (a explicação construída) frente ao objetivo (pergunta).
- Expresse em palavras o caminho percorrido para chegar a resposta.

A partir do entendimento a respeito da pressão atmosférica podemos explicar outras situações como a relação entre o ponto de ebulição da água (quando a água ferve) e a altitude, na qual observa-se que a água ao nível do mar ferve a 100 °C, e tem essa temperatura diminuída com o aumento da altitude. Você consegue visualizar a relação entre essa situação e a apresentada no enunciado? Relate aos colegas.

Problema 4: Algo do nosso cotidiano

4. Provavelmente, você já deve ter comprado ou visto aqueles copos de requeijão ou latas de molho de tomate que tem um lacre plástico em cima, como a que é apresentada na Figura 1. O uso desse tipo de embalagem fechado à vácuo tem se tornado bastante utilizada pela indústria alimentícia. Para abrir facilmente a embalagem, é necessário retirar o anel de borracha preso em sua tampa. Elabore uma explicação científica, baseado no conceito de pressão atmosférica, para o fato da lata ser aberta somente quando o lacre é retirado.

Figura 1 – Tampa com lacre de plástico



Extraído de: encurtador.com.br/bgqI2

Para isso instigamos seu pensamento e sua ação com alguns questionamentos!

- Você julga ter conhecimento sobre o tema pressão atmosférica para poder elaborar a explicação solicitada na situação-problema?
- Que dificuldades você julga poder encontrar ao longo dessa explicação?
- Para elaborar tal explicação é necessário que você elabore uma estratégia. Qual? Tem clareza dela?
- Além da estratégia é necessário ter um planejamento do que vai utilizar para elaborar a explicação. Escreva em tópicos esse planejamento.
- Durante a elaboração da explicação é necessário que você avalie cada etapa como forma de identificar se o procedimento poderá levar a uma explicação coerente do fenômeno observado.
- Ai finalizar a explicação, avalie ela de acordo com o proposto no enunciado e confronte-a com as explicações de seus colegas.

ATIVIDADES PARA FAZER EM CASA

1. Em aula você assistiu dois vídeos sobre mergulho aquático. O trecho abaixo, se refere a um desses vídeos que você assistiu. Leia com atenção.

O ar comprimido no cilindro de mergulho é uma mistura de 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio. Quanto mais fundo se mergulha maior é a pressão nos pulmões. O corpo passa a receber um volume de nitrogênio maior que o normal e o acúmulo desse gás no organismo causa a chamada narcose. O teste de narcose é feito em uma câmara chamada de hiperbárica. O equipamento simula a pressão que o organismo do mergulhador sente quando está no fundo do mar. Assim quando o mergulhador chega a 30 m de profundidade ele sabe se a pressão exercida sobre o seu corpo é capaz de provocar os efeitos da narcose. Esse teste define se a pessoa pode ou não ser um profissional de mergulho.

A partir dessa situação, apresente a pressão na qual o mergulhador com equipamento (roupa de mergulho e o cilindro de ar comprimido) deve ser submetido a 30 metros de profundidade no mar para avaliar se surgirá os efeitos da narcose sobre o seu corpo.

2. João é estudante do ensino médio, e um dia estava no aeroporto de Porto Alegre, aguardando o embarque para São Paulo, quando teve a ideia de fazer um experimento de Física. Ele estava intrigado com um conceito discutido em aula a respeito da pressão atmosférica, e resolveu então, pegar uma garrafa pet vazia que estava em sua mochila e amassá-la um pouco diminuindo o volume de ar do seu interior e lacrá-la. Quando já se encontrava no avião a 10 Km de altitude ele observou que a garrafa não estava mais amassada! Ao abrir a garrafa percebeu que o ar escapou para fora, então fechou novamente e apertou bem a tampa. Ao retornar da viagem, voltou a olhar a garrafa pet na sua mochila e a encontrou novamente amassada, conforme é mostrada na figura 2. Discuta cada uma das etapas realizadas por João neste experimento, e as conclusões obtidas. (Texto adaptado de “Garrafas pet submersas e amassadas” - Respondido por: Prof. Fernando Lang da Silveira - www.if.ufrgs.br/~lang/)

Figura 2 – Garrafa pet amassada



Fonte: encurtador.com.br/fA367

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 3

Item		Atividade			
		1	2	3	4
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.		X	X	
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X			X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	X		X	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X		X	
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.		X		X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X	X		
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.			X	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	X		X	
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X	X		
Planificação	10. Planejo como devo realizar.		X	X	
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.			X	X
	12. Esquematizo minhas ações.		X	X	
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X		X	
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.		X	X	
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	X			X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X	X		
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.		X	X	
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X			X

ATIVIDADE 4 – LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS CIENTÍFICOS

Texto 1: Um pouco da história...

Nesta atividade vamos ler e discutir juntos um pequeno texto denominado “*A coroa do Rei de Hieron, a densidade dos corpos e Arquimedes, o que eles têm em comum?*” O nosso objetivo é compreender, por meio da leitura, um conceito de hidrostática que temos trabalhado em aula. Mas, antes de iniciarmos a leitura, vamos pensar um pouco sobre o texto.

- Ao ler o título você consegue identificar qual será o assunto abordado no texto? Já leu algo sobre isso?
- Você julga que o texto está relacionado a que conceito de Física que estamos trabalhando? Julga ter dificuldade ou facilidade com as atividades envolvendo esse conceito?
- O título apresenta uma pergunta, tens ideia do que seria a resposta?
- Quais são as expectativas, curiosidades ou questionamentos que você tem em relação a leitura do texto?
- Para melhor compreender um texto como você deve proceder? Tens alguma estratégia? Qual?

Antes de iniciar a leitura anote no Quadro 1 as suas ideias iniciais sobre este texto e depois vamos compartilhar com os colegas antes de iniciar a leitura.

Quadro 1 – Ideias iniciais do texto

O assunto do texto	O que você sabe sobre esse assunto	Suas expectativas

Vamos preparar a leitura! O Quadro 2 está dividido em três partes, para que em cada uma delas você registre os termos/conceitos que julga ser importante para atingir o objetivo da leitura desse texto. O texto foi dividido em três partes correspondendo as partes apresentadas no quadro.

Texto para leitura: A coroa do Rei de Hieron, a densidade dos corpos e Arquimedes, o que eles têm em comum?

Uma das histórias mais conhecidas sobre os trabalhos de Arquimedes refere-se a genial solução dada por ele ao “problema da coroa do Rei Hieron”

O rei havia prometido aos deuses, que o protegeram em suas conquistas, uma coroa de ouro. Entregou, então, certo peso de ouro a um ourives para que este confeccionasse a coroa. Quando o ourives entregou a encomenda, com o peso igual ao do ouro que Hieron havia fornecido, foi levantada a acusação de que ele teria substituído certa porção do ouro por prata. Arquimedes foi encarregado, pelo rei, de investigar se esta acusação era, de fato, verdadeira. Conta-se que, ao tomar banho (em um banheiro público) observando a elevação da água à medida que mergulhava seu corpo, percebeu que poderia resolver o problema. Entusiasmado, saiu correndo para sua casa, atravessando as ruas completamente despido e gritando a palavra grega que se tornou famosa “*Eureka*” *Eureka*”! (Isto é: “Achei” Achei”!).

E realmente Arquimedes conseguiu resolver o problema da seguinte maneira:

1º Mergulhou em um recipiente completamente cheio d’água uma massa de ouro puro, igual a massa da coroa, e recolheu a água que transbordou [Figura (a)].

2º Retomando o recipiente cheio de água, mergulhou nele uma massa de prata pura, também igual a massa da coroa, recolhendo a água que transbordou. Como a densidade da prata é menor que a do ouro é fácil perceber que o volume de água recolhido, nessa segunda operação, era maior do que na primeira [Figura (b)].

3º Finalmente, mergulhando no recipiente cheio de água a coroa em questão, constatou que o volume de água recolhido tinha um valor intermediário entre aqueles recolhidos na primeira e na segunda operações [Figura (c)], ficou assim, evidenciado que a coroa não era realmente de ouro puro comparando os três volumes de águas recolhidos, Arquimedes conseguiu, até mesmo, calcular a quantidade de ouro que o ourives substituiu por prata.

Sitiada durante cerca de 3 anos pelas regiões romanas, comandas pelo General Marcelo, a cidade de Siracusa, acabou sendo invadida, apesar dos esforços do Rei Hieron e das armas criadas por Arquimedes. Embora o comandante romano tivesse ordenado que a vida do grande sábio fosse poupada, sua casa foi assaltada por alguns soldados que não o reconheceram. Arquimedes encontrava-se no quintal, desenhando distraidamente, sobre a areia, complicadas figuras geométricas quando um dos soldados, pisando sobre um dos desenhos destruiu parte das figuras. Advertido e empurrado por Arquimedes, o soldado reagiu violentamente, trespassando o corpo do velho filósofo com a sua lança, dando-lhe morte imediata.

Extraído de: ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. Curso de Física 1. Editora Harpa, 2 ed, v. 1, 1986.



Figura – Experimento de Arquimedes

Texto 2: Como funcionam os submarinos...

Temos um novo texto para ser lido de forma a seguir passos semelhantes ao utilizado anteriormente. O importante é realizar as ações de acordo com o proposto, pois eles foram criados para que você possa lograr mais êxito na leitura e compreensão do conteúdo abordado no texto.

GUIA PARA LEITURA

Para responder antes da leitura do texto

- a. Qual o objetivo do autor ao propor esse texto?
- b. Já li textos semelhantes?
- c. Frente a atividades de leitura que estratégias você julga serem as mais adequadas para a compreensão do texto (ler todo ele de uma vez só, ler em partes, destacar as palavras chave, buscar informações sobre as desconhecidas ou possíveis incompreensões no texto, ...)
- d. Estamos propondo uma estratégia de leitura (mediada por um guia). Você julga que poderia haver outra estratégia de leitura? Qual?
- e. Esquematiza a seguir como você pensa em ler o texto.

Para responder durante a leitura (divida o texto em partes e estabeleça paradas para responder esses questionamentos)

- a. O modo como você está procedendo a leitura te permitirá compreender o texto?
- b. Você está compreendendo o texto?

Para responder ao final do texto

- a. Qual era o objetivo do autor do texto? Que análise você faz do texto frente ao objetivo?
- b. Como você avalia o procedimento adotado para leitura?
- c. Selecione/grife os principais conceitos de física envolvidos no texto que na próxima aula iremos construir um mapa conceitual com eles.

Texto para leitura: Como funcionam os submarinos?

Os submarinos são uma incrível amostra de tecnologia. Até pouco tempo, a força naval operava somente sobre a superfície das águas, mas com o advento do submarino, o fundo do mar também se tornou um campo de batalha. Essa invenção que permite não só lutar em uma batalha, mas também viver durante meses, ou até mesmo anos abaixo da superfície é considerada um dos maiores progressos da história militar.

Um submarino, ou qualquer tipo de embarcação, pode flutuar porque o peso da água deslocada é igual ao peso da embarcação. Esse deslocamento de água cria uma força que puxa para cima, chamada força de flutuação (empuxo), e age em oposição à gravidade que puxa a embarcação para baixo. Ao contrário do navio, o submarino pode controlar a sua flutuação, podendo assim afundar e emergir conforme necessário.



Para controlar a flutuação, o submarino possui tanques de lastro e auxiliares, ou tanques de balanceamento, que podem, alternadamente, estar cheios de água ou ar. Quando o submarino está na superfície, os tanques de lastro estão cheios de ar e a densidade total do submarino é menor que a da água circundante. Quando o submarino mergulha, os tanques de lastro são preenchidos com água e o ar nestes tanques escapa até que a densidade total seja maior do que a da água. Assim, o submarino começa a afundar. Um suprimento de ar comprimido é mantido em tanques a bordo do submarino, para prover as condições de vida e para a utilização nos tanques de lastro. Adicionalmente, o submarino possui um conjunto móvel de curtas "asas" chamadas hidroplanos na popa (parte de trás), que ajudam a controlar o ângulo de mergulho. Os hidroplanos são posicionados de forma a permitir que a água se mova sob a popa, fazendo-a mover-se para cima. Dessa maneira, o submarino desloca-se para baixo.

Para nivelar-se a uma certa profundidade, o submarino mantém o equilíbrio entre água e ar nos tanques, para que a densidade total seja igual à da água circundante. Quando o submarino atinge sua profundidade de navegação, os hidroplanos são regulados de maneira que o submarino viaje num nível através da água. A água também é forçada entre os tanques de balanceamento da proa e da popa para manter o subnível. O submarino pode se mover na água usando o leme da cauda para virar a estibordo (direita) ou a bombordo (esquerda); e os hidroplanos para controlar o ângulo de proa à popa. Alguns submarinos são equipados com um motor de propulsão secundário retrátil, que pode girar sobre um eixo de 360 graus.

Quando o submarino vem à superfície, o ar comprimido flui dos tanques de ar para os tanques de lastro e a água é forçada a sair, até que sua densidade total seja menor que a da água a sua volta (flutuação positiva). Isso faz o submarino emergir. Os hidroplanos são posicionados de forma que a água se mova sobre a popa, forçando-a para baixo; assim o submarino é angulado para cima. Numa emergência, os tanques de lastro podem ser cheios rapidamente com ar de alta pressão para fazer com que o submarino vá rapidamente para a superfície.

Fonte: http://www.propostasensinodefisica.net/2_Atividades/anee-mecflu-empuxo.pdf

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 4

Item		Atividade	
		1	2
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.		X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X	
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	X	
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.		X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	X	
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X	
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.		X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.		X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X	
Planificação	10. Planejo como devo realizar.		X
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X	
	12. Esquematizo minhas ações.		X
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X	
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.		X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	X	
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.		X
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X	
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.		X

ATIVIDADE 5 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL ENVOLVENDO O CONCEITO DE EMPUXO

Flutua ou afunda? – Atividade Experimental

Nesta atividade, vamos avaliar em que condições um corpo afunda ou flutua quando posto em um líquido a partir do conceito da Força -Empuxo. Lembre-se que você já iniciou os estudos sobre esse conteúdo nas aulas de Física. Bom trabalho!

1. Para iniciarmos observe as imagens abaixo e responda os questionamentos a seguir. As respostas serão compartilhadas depois com os colegas.

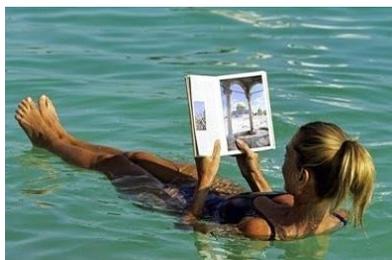


Figura 1 – Pessoa boiando na



Figura 2 – Navio flutuando no

- Você já viveu a experiência da pessoa retratada na Figura 1? Relate a sua experiência.
- Já percebeu que é mais fácil carregar uma pessoa quando ela está imersa na água? Comente.
- Na Figura 2, temos um navio que pesa algumas toneladas, mas mesmo assim ele flutua na água. Discuta como isso é possível.

2. Partindo dessa discussão inicial, vamos pensar um pouco: Como as situações retratadas nas imagens acima se relacionam com o conceito de Força-Empuxo? Mas antes,

- registre as grandezas físicas envolvidas no estudo da Força-Empuxo;
- escreva a expressão matemática que permite o cálculo do valor dessa força quando mergulhamos um corpo em um fluido. Quais as unidades no Sistema Internacional?
- há alguma relação entre a Força-Peso do corpo e a Força-Empuxo?
- como é esta relação na situação em que o corpo flutua?

3. Liste as dificuldades que você encontrou para responder o item 2 e confronte elas com as de seus colegas.

4. Retome em seu caderno um problema de Física já realizado por você e que se assemelha ao apresentado nesta atividade, ou seja, que envolva flutuação de corpos e cálculo do valor da Força-Empuxo.

5. A partir dessas respostas anteriores, avalie se você se sente seguro para realizar o estudo proposto nesta atividade.

6. Indique possibilidades de como podemos estudar sobre a flutuação de diferentes corpos em diferentes líquidos. Caso identifique mais de uma registre-as.

7. Embora você tenha sugerido algumas possibilidades, vamos tomar uma delas como sendo aquela a ser explorada nesse estudo. Let's Go!

Como bons cientistas que vocês são vamos fazer algumas investigações! Sente com um colega para formar uma dupla.

Vocês estão recebendo um conjunto de materiais e precisarão dizer se eles ao serem mergulhados em água afundam ou flutuam. Antes de realizar o experimento escrevem na Quadro a seguir o objeto em estudo e a hipótese aventada por vocês. Na coluna ao lado justifiquem essa hipótese. Depois disso, mergulhem o objeto na água e verifiquem o ocorrido, registrando na coluna ao lado.

Caso a dupla ache importante poderá usar uma balança para medir a massa do objeto; também poderá avaliar o seu volume.

Quadro 1 – Objetos mergulhados na água

Objeto	Hipótese Inicial (Flutua ou afunda)	Justificativa da hipótese	Constatação

- a. E então, as hipóteses iniciais se confirmaram? Como você relaciona o observado e relatado com os seus conhecimentos prévios? Algo lhe surpreendeu?
- b. Relatem as estratégias usadas para elaborar a hipótese
- c. Elas poderiam ter sido outras?

8. Até aqui fizemos várias coisas - congratulations! Mas vamos investigar um pouco mais.

A partir dos registros no Quadro 1, analise as características das situações e a sua relação com o fato do objeto flutuar ou afundar. Preencha o Quadro 2 e preste atenção em cada etapa, se necessário retome o procedimento realizado no preenchimento do Quadro 1.

Quadro 2 – Relação entre as situações e suas características (12)

Situação/ Características	Densidade do líquido (Mudou?)	Volume do objeto (grande/pequeno?)	Nível da água no recipiente (maior/menor?)	Massa do objeto (grande/pequena?)	Peso do objeto (grande/pequeno?)	Aceleração gravitacional (Mudou?)
Flutuou						
Afundou						

9. Há características observadas por vocês que não aparecem no quadro? Relate.

10. Temos duas situações distintas: flutuou e afundou: O que diferencia essas duas características?

11. Qual a relação entre as duas características apresentadas no quadro e Força-Empuxo?

12. A identificação dessa relação responde ao objetivo apresentado no início da atividade? Comente.

13. Mentalmente descreva o procedimento realizado e avalie como o mesmo permitiu que você chegasse a esse resultado.

14. Compartilhe com seus colegas as conclusões de vocês.

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE 5

Item		Atividade
		1
Pessoa	1. Busco identificar qual é o objetivo do professor com essa atividade.	X
	2. Avalio os conhecimentos que tenho sobre o conteúdo envolvido.	X
	3. Comparo os meus conhecimentos sobre o conteúdo com os conhecimentos que meus colegas possuem sobre esse mesmo conteúdo.	X
Tarefa	4. Analiso se já realizei outras semelhantes e qual a aproximação com a proposta.	X
	5. Identifico antes se tenho alguma dificuldade.	X
	6. Avalio se tenho conhecimento suficiente em relação ao que precisa ser feito.	X
Estratégia	7. Analiso as estratégias que são necessárias para atingir o objetivo.	X
	8. Identifico a possibilidade de haver mais de uma estratégia para a mesma situação.	X
	9. Visualizo o que tenho que realizar.	X
Planificação	10. Planejo como devo realizar.	X
	11. Seleciono e avalio cada uma das etapas que vou realizar.	X
	12. Esquematizo minhas ações.	X
Monitoramento	13. Acompanho cada etapa frente ao objetivo final.	X
	14. Pergunto-me constantemente se vou atingir o objetivo.	X
	15. Procedo a paradas para verificar possíveis equívocos nas ações realizadas.	X
Avaliação	16. Avalio o resultado encontrado em função do objetivo proposto.	X
	17. Procedo uma reflexão ao final para verificar como a realizei.	X
	18. Analiso o procedimento e o resultado encontrado frente aos dos meus colegas.	X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, Ann L. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: GLASER, Robert (Ed.). *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1978. v. 1. p. 77-165.
- 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 M.; 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.
- CAMPIONE, Joseph C.; BROWN, Ann. Metacognitive components of instructional research with problem learners. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer H. (Eds.). *Metacognition, motivation, and understanding*, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 117-140.
- 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.
- FLAVELL, John H.; MILLER, Patricia H.; MILLER, Scott A. *Desenvolvimento cognitivo*. Tradução de Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
- FLAVELL, John H.; 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.
- FORREST-PRESSLEY, Donna-Lynn; WALLER, T. Gary. Cognition, Metacognition, and Reading. In: FORREST-PRESSLEY, Donna-Lynn; WALLER, T. Gary. *Cognition, Metacognition, and Reading: Springer Series in Language and Communication*, v. 18. Springer, New York, 1984.
- FRASER, Barry J.; GIDDINGS, Geoffrey J.; MCROBBIE, Campbell J. Evolution and validation of a personal form of an instrument for assessing science laboratory classroom environments. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 4, p. 399-422, 1995.
- HENNESSEY, G. Metacognitive aspects of students' reflective discourse: Implications for intentional conceptual change teaching and learning. In: SINATRA, Gale; PINTRICH, Paul. (Orgs.). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: LEA, 2003. p. 103-132.
- KRUMMENAUER, Wilson L.; WANNMACHER, Clóvis M. D. Possíveis Causas para o Desinteresse pela Física na Educação de Jovens e Adultos na Região do Vale do Rio dos Sinos. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 4, n. 1, p. 28-44, 2014.
- LEFEBVRE-PINARD, Monique. Understanding and auto-control of cognitive functions: Implications for the relationship between cognition and behavior. *International Journal of Behavioral Development*, v. 6, n. 1, p. 15-35, 1983.
- LIVINGSTON, Jennifer A. *Metacognition: An Overview*. 2003. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED474273.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- MALONE, Kathy L. Correlations among knowledge structures, force concept inventory, and problem-solving behaviors. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, v. 4, n. 2, p. 020107-1-15, 2008.

MONEREO, Carles; CASTELLÓ, Monteserrat; CLARIANA, Mercè; PALMA, Monteserrat; PÉREZ CABANI, Maria L. *Estratégias de enseñanza y aprendizaje: formação del profesorado y aplicación en la escuela*. Barcelona: Editora Graó, 1994.

MOREIRA, Marco A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. In: CICLO DE PALESTRAS DOS 50 ANOS DO INSTITUTO DE FÍSICA DA UFRJ, 2014, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2014.

PÉREZ CABANÍ, María L. *Enseñanza del uso diferencial de Estrategias de Aprendizaje: análisis de los mapas conceptuales en el aprendizaje de estudiantes universitarios*. 1993. Tese (Doutorado) - Universidad Autónoma de Barcelona (no publicada). 1993.

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.

ROSA, Cleci T. Werner. *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.

ROSA, Cleci T. Werner. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2014.

ROSA, Cleci T. Werner; RIBEIRO, Cássia A. G.; ROSA, Álvaro B. Habilidades metacognitivas envolvidas na resolução de problemas em Física: investigando estudantes com expertise. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 29, p. 143-160, 2018.

RYAN, Qing X.; FRODERMANN, Evan; HELLER, Kenneth; HSU, Leonardo; MASON, Andrew. Computer problem-solving coaches for introductory Physics: design and usability studies. *Physical Review Physics Education Research*, v. 12, n. 1, p. 010105-1-010105-17, 2016.

SCHRAW Gregory; DENNISON, Rayne S. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, v. 19, n. 4, p. 460-75, 1994.

TAASOOBSHIRAZI, Gita; FARLEY, John. A multivariate model of physics problem solving. *Learning and Individual Differences*, v. 24, p. 53-62, 2013.

TAYLOR, Peter C.; FRASER, Barry J.; WHITE, Loren R. The revised CLES: a questionnaire for educators interested in the constructivist reform of school science and mathematics. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, Atlanta, GA, 1994.

THOMAS, Gregory P. Conceptualisation, development and validation of an instrument for investigating the metacognitive orientation of science classroom learning environments: the Metacognitive Orientation Learning Environment Scale–Science (MOLES-S). *Learning Environments Research*, v. 6, n. 2, p. 175-197, 2003.

VEENMAN, Marcel V. J. Learning to self-monitor and self-regulate. In: MAYER, Richard E.; ALEXANDER, Patricia. *Handbook of research on learning and instruction*. 2. ed. New York: Taylor & Francis, 2017. p. 197-218.

ANEXO A - Ofício de autorização para realização de pesquisa acadêmica

INSTITUTO ESTADUAL CARDEAL ARCOVERDE
Rua Olavo Bilac, 162 - Bairro Petrópolis - Passo Fundo-RS
Fone 3313-2397
Email- ieca.sec@gmail.com

OFICIO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA

Por este instrumento, o INSTITUTO ESTADUAL CARDEAL ARCOVERDE, inscrita no CNPJ sob nº 92941681/0001-00, com sede na Rua Olavo Bilac, 162, na cidade de Passo Fundo, autoriza a professora Marivane de Oliveira Biazus, acadêmica do doutorado em Educação na Universidade de Passo Fundo, a desenvolver a pesquisa intitulada "Intervenção Didática Guiada por Estratégias Metacognitivas: Estudo envolvendo estudantes com dificuldades de aprendizagem em Física". A pesquisa tem orientação da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, docente do Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade de Passo Fundo. Os dados a serem coletados referem-se à aplicação de questionário aos alunos, registros em diários do professor, videogravações de atividades e coleta de materiais produzidos pelos alunos. Todo material deverá ser transcrito e analisado mantendo-se o anonimato dos sujeitos envolvidos e destinado exclusivamente para fins de pesquisa acadêmica.

Passo Fundo, 06 de janeiro de 2020.


Salete Böldori Vassoler

Diretora

Salete Böldori Vassoler
Diretora
ID Func. 001624580.02
Aut. 204/2019 - 7ª CRE

ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Seu filho está sendo convidado a participar da pesquisa “Intervenção didática guiada por estratégias metacognitivas: estudo envolvendo estudantes com dificuldades de aprendizagem em Física”, de responsabilidade da acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Educação – Doutorado, da Universidade de Passo Fundo, Marivane de Oliveira Biazus, sob a orientação da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Física na Educação Básica. O objetivo do trabalho está em analisar a potencialidade de um processo de intervenção didática guiado por estratégias metacognitivas em termos da ativação do pensamento metacognitivo por estudantes do ensino médio, verificando possíveis implicações disso para a qualificação da aprendizagem em Física.

A pesquisa será desenvolvida nas dependências da escola, durante período alternativo, envolvendo oito encontros de duas horas-aula cada um. Os participantes deverão responder dois questionários, em papel, com duração de, aproximadamente, 20 minutos. O questionário que envolve a consciência metacognitiva consta de 18 assertivas com respostas do tipo “Quase nunca; Raras vezes; Às vezes; Muitas vezes; e, Quase sempre”. Além disso, serão realizadas videografações e recolhidos materiais produzidos pelos estudantes durante as atividades envolvendo a resolução de problemas em Física, a leitura e compreensão de textos científicos e os relatórios produzidos nas atividades experimentais. Esclarecemos que a participação do seu filho não é obrigatória e, portanto, ele poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que ele receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão processadas de forma quantitativa e não será fornecida identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos sendo garantido o sigilo e confidencialidade das informações. Os dados serão destruídos após a pesquisa.

Seu filho não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela sua participação no estudo. Os riscos oferecidos pela pesquisa são mínimos, envolvendo possíveis stress ou cansaço mental ao responder o questionário ou durante a realização das atividades, o que deverá ser informado imediatamente a pesquisadora para a suspensão dessas atividades e/ou encaminhamento a atendimento profissional. Os benefícios da pesquisa estão ligados a contribuição para qualificar o processo de ensino-aprendizagem em Física e repensar as práticas pedagógicas presentes na escola.

Caso você e/ou seu filho tenham dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, e caso 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 o Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316 8100.

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 que seu filho participe da pesquisa, bem como concorda com a divulgação para fins de pesquisa de imagens, 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 _____ de _____.

Nome do participante: _____

Assinatura do responsável: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

ANEXO C - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE)**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO****TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Intervenção didática guiada por estratégias metacognitivas: estudo envolvendo estudantes com dificuldades de aprendizagem em Física”, de responsabilidade da acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Educação – Doutorado, da Universidade de Passo Fundo, Marivane de Oliveira Biazus, sob a orientação da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Física na Educação Básica. O objetivo do trabalho está em analisar a potencialidade de um processo de intervenção didática guiado por estratégias metacognitivas em termos da ativação do pensamento metacognitivo por estudantes do ensino médio, verificando possíveis implicações disso para a qualificação da aprendizagem em Física.

A pesquisa será desenvolvida nas dependências da escola, durante período alternativo, envolvendo oito encontros de duas horas-aula cada um. Os participantes deverão responder dois questionários, em papel, com duração de, aproximadamente, 20 minutos. O questionário que envolve a consciência metacognitiva consta de 18 assertivas com respostas do tipo “Quase nunca; Raras vezes; Às vezes; Muitas vezes; e, Quase sempre”. Além disso, serão realizadas videogravações e recolhidos materiais produzidos pelos estudantes durante as atividades envolvendo a resolução de problemas em Física, a leitura e compreensão de textos científicos e os relatórios produzidos nas atividades experimentais. Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão processadas de forma quantitativa e não será fornecido identificação do nome dos sujeitos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos sendo garantido o sigilo, confidencialidade e destruição das informações após a pesquisa.

Você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela sua participação no estudo. Os riscos oferecidos pela pesquisa são mínimos, envolvendo possíveis stress ou cansaço mental ao responder o questionário ou durante a realização das atividades, o que deverá ser informado imediatamente a pesquisadora para a suspensão dessas atividades, o que após ser informado a pesquisadora serão tomadas as devidas providências tais como suspensão das atividades de pesquisa e/ou encaminhando a atendimento profissional. Os benefícios da pesquisa estão ligados a contribuição para qualificar o processo de ensino-aprendizagem em Física e repensar as práticas pedagógicas presentes na escola.

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, e caso 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 o Programa de Pós-Graduação

em Educação da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316 8100. 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 _____ de _____.

Nome do participante: _____

Assinatura: _____

Assinatura da pesquisadora: _____