

Cleci Teresinha Werner da Rosa

**A METACOGNIÇÃO E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
NO ENSINO DE FÍSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Dr. José de Pinho Alves Filho

Florianópolis
2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

R788m Rosa, Cleci Teresinha Werner da

A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física [tese] / Cleci Teresinha Werner da Rosa ; orientador, José de Pinho Alves Filho. - Florianópolis, SC, 2011.
324 p.: il., grafs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação científica e tecnológica. 2. Metacognição. 3. Estudantes - Atividades. 4. Física - Estudo e ensino. I. Alves Filho, Jose de Pinho. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDU 37

*Para vocês, **Érika, Afonso e Álvaro,**
por constituírem a minha fortaleza.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus filhos Afonso e Érika, pela compreensão, paciência e pelo carinho com que me acolheram durante este trabalho. A vocês, peço perdão pelas horas ausentes.

Ao meu esposo Álvaro, presença decisiva nesta caminhada.

Aos meus familiares e amigos, que sempre estiveram com a mão estendida, particularmente, aos meus pais (em memória), por terem me permitido sonhar.

De modo especial, ao meu orientador Dr. José de Pinho Alves Filho, pelo acolhimento, ensinamento e pelos muitos momentos de desequilíbrio e busca de conhecimento que me oportunizou. A ti, Pinho, minha eterna gratidão e admiração!

Ao professor Dr. José C. Otero, por sua valiosa contribuição para a realização deste trabalho, sobretudo durante meus estudos sobre metacognição na Universidad de Alcalá, Espanha, e pelos inúmeros e-mails trocados, mostrando que a distância não existe quando se tem em comum o desejo de compartilhar conhecimentos.

Aos professores e aos colegas de doutorado – Turma 2006 – do PPGECT, de forma toda especial à professora Dra. Terezinha de Fátima Pinheiro (em memória), por ter me posto em contato com a metacognição, a qual, tenho certeza, me acompanhará ao longo de minha vida pessoal e profissional.

Aos professores Dr. Frederico Firmo de Souza Cruz e Dr. José Francisco Custódio Filho, pelas valiosas contribuições no Exame de Qualificação.

Aos meus colegas da Universidade de Passo Fundo, sobretudo à Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, à Direção do Instituto de Ciências Exatas e Geociências e ao corpo docente do curso de Física, que não mediram esforços para que este sonho se realizasse.

À minha equipe de pesquisa, composta por estudantes do curso de Física, hoje colegas de profissão (e afilhados), pela colaboração e pelo apoio.

Aos estudantes, professores e escolas de Ensino Médio participantes da pesquisa.

Aos profissionais da área de correção e diagramação textual e aos funcionários do laboratório de Física, que deram suporte à realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos aqueles que me acompanharam nesta caminhada.

Pourquoi la métacognition?
Parce qu'elle est la stratégie la plus efficace pour favoriser le
transfert.
Parce que la métacognition établit la différence avec les élèves
efficaces
et ceux qui éprouvent des difficultés.
Parce qu'elle est une compétence utile et nécessaire dans toute
tâche scolaire.
Parce qu'elle permet à chacun de continuer à apprendre
et lui fournit des moyens pour le faire...

Autor desconhecido

A Física é uma entre tantas coisas que as crianças aprendem nos primeiros anos de vida. Elas a aprendem de modo espontâneo ao lançar objetos e ao deixá-los cair, ao tentar caminhar e ao distinguir, pelo tato, os corpos quentes dos corpos frios. Com essas experiências as crianças exploram o estranho ambiente em que se descobrem vivendo. A Física que se estuda no colégio e até na universidade tem exatamente o mesmo propósito: permitir que compreendamos alguns aspectos importantes do ambiente que nos circunda. Saber porque os objetos caem ao solo (ao invés de ficarem suspensos ao ar), o que são a luz e o calor, compreender como funcionam a televisão ou uma central nuclear; tudo isto serve para nos fazer sentir mais participantes no complexo mundo em que vivemos.

Ugo Amaldi

RESUMO

Pautado no ideal de uma educação que prepara indivíduos autônomos, críticos e atuantes na sociedade, o presente trabalho investiga a possibilidade de inserir momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais desenvolvidas na disciplina de Física no Ensino Médio. O objetivo consiste em proporcionar que os estudantes recorram a essa forma de pensamento durante as atividades experimentais como meio de qualificar suas aprendizagens. Para tanto, investigam-se, teoricamente, os elementos metacognitivos pertinentes a essa associação, demarcando os entornos da aproximação da metacognição com o processo ensino-aprendizagem, particularmente, com as atividades experimentais de Física. Além disso, o referencial teórico abarca a pertinência construtivista da associação, nas vertentes psicológica e epistemológica, enfatizando que ambas, metacognição e atividades experimentais, orientam-se por tais pressupostos. Os aspectos construtivistas, portanto, nortearam a elaboração do modelo didático-metodológico para as Atividades Experimentais Metacognitivas, denominadas de “AEMc”, cuja pesquisa empírica desenvolveu-se em quatro fases: *sondagem*, como forma de revelar a presença de momentos de evocação metacognitiva no modelo tradicionalmente presente no Ensino Médio; *teste piloto*, como ensaio ao modelo proposto e ao instrumento elaborado para coleta dos dados; *viabilidade*, para efetivação do modelo proposto em três encontros; e *retorno à escola*, a fim de visualizar a “durabilidade” dos conhecimentos desenvolvidos nas AEMc. Em termos metodológicos, a pesquisa recorre à coleta de dados quantitativa, com análise qualitativa, utilizando como instrumento uma ficha de observação, elaborada com base nos elementos metacognitivos tidos como atributos de investigação. Os resultados das fichas de observação, acrescidos das observações da pesquisadora durante a realização das AEMc, permitem inferir que o modelo se mostra pertinente, revelando que a explicitação de momentos de evocação do pensamento metacognitivo representa uma alternativa para tornar as atividades experimentais potencialmente mais significativas na aprendizagem em Física.

Palavras-chave: Metacognição. Atividades experimentais. Ensino de Física.

ABSTRACT

Based on an ideal education which prepares subjects who are independent, critical and able to live in the society, the present work investigates the possibility of inserting explicit moments of evocation based on the metacognitive thought during the achievement of the experimental activities developed in the subject of Physics in High School. The objective consists of providing that the students resort to this way of thought during the experimental activities as a mean of qualifying their learning processes. Thus, it is investigated, theoretically, the metacognitive elements which are relevant to this association, bordering the surroundings of the metacognition approximation with the teaching and learning, particularly, with the Physics experimental activities. Moreover, the theoretical framework shows the constructivist relevance of the association, based on the psychological and epistemological position, emphasizing that both, metacognition and experimental activities, are orientated by such assumptions. The constructivist aspects, hence, guided the elaboration of the methodological-didactic model for the Metacognitive Experimental Activities, called "MEAc", whose empirical research was developed in four stages: *survey*, as a way of revealing the presence of metacognitive evocation moments based on the traditionally current model in High School; a *pilot test*, as a test to the proposed model and to the elaborated instrument for the data collection; *feasibility*, to the effectiveness of the proposed model in three meetings; and *return to school*, so as to visualize the "durability" of the developed knowledge in the MEAc. In methodological terms, the research turns to the quantitative data collection, having a qualitative analysis, using as an instrument an observation file, prepared based on the metacognitive elements considered as investigation attributes. The results of the observation files, increased by the observations of the researcher during the accomplishment of the MEAc, allow us to infer that the model is relevant, revealing that the clarification of the metacognitive thoughts evocation moments represents an alternative to transform the experimental activities potentially more significant in terms of Physics learning.

Key words: Metacognition. Experimental activities. Physics teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Modelo de monitoração metacognitivo de Flavell (1979). ..	50
Quadro 2: Componentes e elementos metacognitivos.....	58
Quadro 3: Esquema representativo dos questionamentos metacognitivos.	101
Quadro 4: Exemplos de perguntas para compor o guia metacognitivo elaborado pelo professor.	102
Quadro 5: Esquema representativo de escolhas na pesquisa.	114
Quadro 6: Distribuição dos estudantes na atividade experimental – Fase de sondagem.....	153
Quadro 7: Relação entre as ações dos estudantes e os elementos metacognitivos – Fase de sondagem.	157
Quadro 8: Ficha de observação – Fase de sondagem.	159
Quadro 9: Distribuição dos estudantes na atividade experimental – Fase Piloto.	167
Quadro 10: Relação entre as ações dos estudantes e os elementos metacognitivos – Fase Piloto.....	169
Quadro 11: Ficha de observação – Fase Piloto.	170
Quadro 12: Exemplo de questionamento metacognitivo presente nos roteiros-guia.	192
Quadro 13: Relação entre as ações dos estudantes e os elementos metacognitivos – Fase de viabilidade.....	197
Quadro 14: Ficha de observação – Fase de viabilidade.....	199
Quadro 15: Distribuição dos estudantes nas atividades experimentais – Fase de viabilidade.....	202

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado percentual por elemento metacognitivo – Fase de Sondagem.....	162
Gráfico 2: Resultado percentual por elemento metacognitivo – Fase Piloto.....	174
Gráfico 3: Dados referentes ao elemento pessoa – Fase Piloto.....	176
Gráfico 4: Dados referentes ao elemento tarefa – Fase Piloto.....	178
Gráfico 5: Dados referentes ao elemento estratégia – Fase Piloto.....	179
Gráfico 6: Dados referentes ao elemento planificação – Fase Piloto..	180
Gráfico 7: Dados referentes ao elemento monitoração – Fase Piloto..	181
Gráfico 8: Dados referentes ao elemento avaliação – Fase Piloto.....	183
Gráfico 9: Resultado percentual por elemento metacognitivo	215
Gráfico 10: Resultado percentual por elemento metacognitivo	215
Gráfico 11: Resultado percentual por elemento metacognitivo	216
Gráfico 12: Dados referentes ao elemento pessoa – Fase de viabilidade.....	217
Gráfico 13: Dados referentes ao elemento tarefa – Fase de viabilidade.....	220
Gráfico 14: Dados referentes ao elemento estratégia – Fase de viabilidade.....	222
Gráfico 15: Dados referentes ao elemento planificação – Fase de viabilidade.....	224
Gráfico 16: Dados referentes ao elemento monitoração – Fase de viabilidade.....	226
Gráfico 17: Dados referentes ao elemento avaliação – Fase de viabilidade.....	229
Gráfico 18: Representação dos percentuais de acerto no teste de retenção para os onze estudantes participantes da pesquisa.....	241
Gráfico 19: Representação dos percentuais de acerto no teste de retenção para os sessenta estudantes não participantes da pesquisa....	242
Gráfico 20: Representação dos percentuais de acerto para as duas amostras investigadas – comparativo.....	243

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado por item da ficha de observação – Fase de sondagem.....	161
Tabela 2: Resultado em percentual por elemento metacognitivo - Fase de sondagem.....	162
Tabela 3: Resultado por item da ficha de observação – Fase Piloto. ..	173
Tabela 4: Resultado em percentual por elemento metacognitivo – Fase Piloto.....	174
Tabela 5: Resultado por item nas três atividades experimentais – Fase de viabilidade.....	212
Tabela 6: Resultado em percentual por elemento metacognitivo - Fase de viabilidade.....	214
Tabela 7: Resultado por item da ficha de observação para as quatro AEMc.....	234
Tabela 8: Resultado em percentual para cada elemento metacognitivo nas quatro AEMc.....	237
Tabela 9: Resultado da investigação com a aplicação do teste de retenção para os estudantes participantes da fase de viabilidade.	240
Tabela 10: Resultado da investigação com a aplicação do teste de retenção para os estudantes não participantes da fase de viabilidade..	242

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	27
CAPÍTULO 1 - METACOGNIÇÃO: DEMARCAÇÃO DE TERRITÓRIO	37
1.1 Introdução	37
1.2 Termo “metacognição”: da origem à polissemia	37
1.2.1 Construção do conceito em Flavell	38
1.2.2 Ampliação do controle executivo	53
1.2.3 Polissemia do termo “metacognição”	60
1.3 Metacognição na psicologia cognitiva	62
1.3.1 Esboços da metacognição em Piaget	62
1.3.2 Metacognição em Vygotsky: do social ao individual	68
1.4 Metacognição e afetividade	74
CAPÍTULO 2 - METACOGNIÇÃO: APROXIMAÇÕES COM A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	79
2.1 Introdução	79
2.2 Metacognição e as estratégias de aprendizagem	80
2.2.1 Das estratégias de aprendizagem às de ordem metacognitivas	80
2.2.2 As estratégias de aprendizagem metacognitivas no ensino de Ciências	84
2.2.3 Ensino amparado nas estratégias de aprendizagem	87
2.2.4 Outros contingentes da metacognição no ensino	90
2.3 Ferramentas didáticas metacognitivas	93
2.3.1 Mapas conceituais e “V” de Gowin	93
2.3.2 Estratégia Predizer-Observar-Explicar	97
2.3.3 Questionamentos metacognitivos	99
2.4 Metacognição e as ações didáticas	103
2.4.1 Resolução de problemas	104
2.4.2 Leitura e interpretação de textos	107
2.4.3 Avaliação da aprendizagem	108
2.4.4 Atividades experimentais	110
CAPÍTULO 3 - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA	115
3.1 Introdução	115
3.2 Contexto epistemológico	116
3.2.1 Experiência e experimentação	116
3.2.2 Epistemologia de Gaston Bachelard	120
3.3 Atividades experimentais construtivistas	131

3.4	Laboratório didático no ensino de Física	136
3.5	Atividades Experimentais Metacognitivas – AEMc	139
3.5.1	Modelo de Atividades Experimentais Metacognitivas.....	140
3.5.2	Operacionalização das Atividades Experimentais Metacognitivas	145
3.5.3	Proposições de Atividades Experimentais Metacognitivas	148
CAPÍTULO 4 - INVESTIGAÇÕES NO TERRENO E ENSAIO DOS PRIMEIROS PASSOS		151
4.1	Introdução	151
4.2	Fase de sondagem	152
4.2.1	Caracterização da amostra	152
4.2.2	Elaboração da ficha de observação	154
4.2.3	A atividade experimental	160
4.2.4	Resultado das fichas de observação	160
4.2.5	Análise dos resultados.....	163
4.3	Fase do teste piloto.....	166
4.3.1	Caracterização da amostra	166
4.3.2	Ficha de observação	167
4.3.3	Ensaio da AEMc	171
4.3.4	Resultado das fichas de observação	172
4.4	Sondagem <i>versus</i> piloto: análise das fichas de observação.....	175
4.4.1	Conhecimento do conhecimento	176
4.4.2	Controle executivo e autorregulador	180
4.5	Avaliação do teste piloto	184
4.5.1	Roteiro-guia	185
4.5.2	Ficha de observação	186
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE E PERSPECTIVAS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS METACOGNITIVAS.....		189
5.1	Introdução	189
5.2	Roteiros-guia	189
5.3	Ficha de observação	193
5.4	Caracterização da amostra.....	199
5.5	Prática da AEMc	201
5.6	Registro dos observadores.....	212
5.7	Análise dos registros dos observadores.....	216
5.7.1	Conhecimento do conhecimento	216
5.7.2	Controle executivo e autorregulador	224
5.8	Revisitando a escola.....	232
5.8.1	Atividade experimental	233
5.8.2	Teste de retenção.....	239
CONSIDERAÇÕES FINAIS		245

REFERÊNCIAS.....	255
APÊNDICES.....	273
APÊNDICE A - Termo de Consentimento.....	275
APÊNDICE B - Ficha de observação utilizada na fase de sondagem.....	279
APÊNDICE C - Roteiro da atividade experimental utilizada na fase de sondagem.....	
APÊNDICE D - Dados coletados pelas fichas de observação por grupo investigado na fase de sondagem.....	287
APÊNDICE E - Ficha de observação utilizada no teste piloto.....	291
APÊNDICE F - Roteiro-guia utilizado no teste piloto.....	295
APÊNDICE G - Dados coletados pelas fichas de observação por grupo investigado no teste piloto.....	301
APÊNDICE H - Ficha de observação utilizada na fase de viabilidade.....	305
APÊNDICE I - Roteiros-guia utilizados na fase de viabilidade.....	311
APÊNDICE J - Roteiro-guia utilizado na atividade experimental na fase de retorno à escola.....	331
APÊNDICE K - Teste de conhecimentos específicos.....	339

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

É notória a existência de uma crise relacionada ao processo ensino-aprendizagem de Física, principalmente no que diz respeito ao Ensino Médio, com o que concordam pesquisadores, professores e os próprios estudantes. Dentre as razões que a justificam estão aspectos vinculados a professores, estudantes, currículo e escola, todos contribuindo para a instauração dessa conjuntura, a qual confere à Física o *status* de disciplina com significativo número de reprovações em nosso país. A situação é tão evidente que os próprios estudantes já se sentem desmotivados diante das aulas da disciplina, vendo-a como um obstáculo em seu processo formativo.

Dentre os aspectos presentes nessa crise, a dificuldade de aprendizagem dos estudantes em Física, principalmente no Ensino Médio, chama a atenção. Desde a década de 1970, quando as pesquisas vinculadas à psicologia cognitiva começaram a investigar de forma mais profícua a questão, apontando-lhe alternativas, muito se tem produzido, mas pouco se tem observado de resultados diretamente vinculados à qualificação da aprendizagem dessa componente curricular. São estudos relacionados às concepções alternativas (ou designação similar), mudança conceitual, representações mentais dos estudantes etc., todos buscando contribuir para amenizar as dificuldades apresentadas pelos estudantes no processo de construção dos conhecimentos em Física; contudo, há poucos resultados expressivos que possibilitem alterar o quadro caótico no qual a disciplina vem imergindo.

Se, por um lado, os pesquisadores buscam investigar as raízes dessas dificuldades e suas possíveis soluções diante do corpo de conhecimentos da psicologia cognitiva, os professores, mais vinculados à sala de aula, apontam o laboratório didático como possibilidade de amenizá-las. De forma mais ou menos tácita, a questão é posta por eles ao observarem a existência das dificuldades na aprendizagem e, ao mesmo tempo, ao verificarem o entusiasmo dos estudantes (grande parte) no momento em que realizam “aulas práticas”. Como resultado, depositam esperanças na junção das duas situações, atribuindo a essas atividades o caráter de “tábua de salvação” para os problemas apresentados tanto no processo de ensino como no de aprendizagem em Física.

Essa tendência é verificada nos cursos de formação inicial e continuada em Física que ministro, há mais de quinze anos, durante os quais é frequente o comentário, por parte dos estudantes/professores, de

que o laboratório didático representa a possibilidade de qualificar o processo ensino-aprendizagem. Minhas ações, nesses cursos, têm sido essencialmente direcionadas ao laboratório didático. Porém, nos últimos anos, percebo que tais ações vêm necessitando ser repensadas, na medida em que não cumprem com seu papel na qualificação da aprendizagem. Afinal, os professores, em suas escolas, dificilmente passam a utilizar o laboratório didático e, quando o fazem, continuam a mencionar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes.

O “excesso” de confiança no laboratório didático e o entusiasmo dos professores com as “aulas práticas” dão origem a, no mínimo, duas questões: Se ele representa a “solução” para os problemas de aprendizagem em Física, por que não está presente de forma mais efetiva no fazer pedagógico dos professores? E, quando utilizado, contribui para amenizar as dificuldades de aprendizagem?

A resposta à primeira questão parece se centrar em aspectos como falta de laboratório e de equipamentos didáticos nas escolas, carga horária excessiva dos professores, número elevado de estudantes por turma, necessidade de direcionamento dos conteúdos para os vestibulares, falta de preparo dos professores para desenvolver este tipo de atividade, entre outras razões, conforme destacado por Arruda e Laburú (1998). Ou de acordo com Borges (2000) relacionam-se a inexistência de atividades preparadas, em ponto de uso para o professor, falta de recursos para compra de componentes e materiais de reposição, falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino, laboratório fechado e sem manutenção.

No que diz respeito à segunda questão, o que se observa, é que, quando essa se faz presente no ensino, pouco efeito tem em termos de contribuições para a qualificação da aprendizagem, pelo menos no modo como vem sendo utilizada pelos professores. Fato corroborado por minha experiência como professora do Ensino Médio, a qual mostrou que tais atividades apresentam validade, mas em termos específicos de amenizar as dificuldades de aprendizagem mostram-se pouco eficientes.

A importância das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem em Ciências (Física) sempre foi mostrada na literatura especializada, diferenciando-se entre os autores; porém todas associadas aos campos pedagógico, psicológico ou epistemológico, mostrando a existência de sólidos argumentos que a justificam no Ensino Médio. Ilustrando tais justificativas menciona-se o exposto por Hodson (1996) ao destacar que, se utilizadas de modo adequado, podem se tornar férteis cognitivamente, salientando que têm a potencialidade de motivar os

estudantes, de promover a aprendizagem de conhecimento conceitual e de ensinar *skills* laboratoriais, isto é, metodologia e atitudes científicas.

Especificamente com relação à promoção da aprendizagem de conhecimento conceitual, mencionado pelo autor, chama-se a atenção para as críticas que vêm sendo proferidas ao laboratório tradicional, por se mostrar pouco eficiente nesse processo. Hodson (1990), em trabalho anterior, mencionou que os professores são entusiastas ao acreditar que o caminho para aprender ciência, os seus métodos e processos é “descobrir aprendendo” ou “aprender fazendo”, pois essa concepção resulta em atividades sem uma adequada reflexão, alimentando o mito de que representam a solução para os problemas de aprendizagem.

Borges (2002, p. 310) argumenta que a simples introdução de atividades práticas no ensino não resolve as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, se o conhecimento científico e suas observações, vivências e medições continuarem a ser tratados como fatos que devem ser memorizados e aprendidos, em lugar de tratá-los como eventos que requerem explicação.

Outra crítica que recai sobre a pouca eficácia dessas atividades na aprendizagem é a mencionado por Psillos e Niedderer (2002), destacando que muitas vezes se dá mais ênfase ao método que à discussão do fenômeno em estudo, destinando-se mais tempo para discutir o *apparatus* e a realização das medições do que para estabelecer relações entre a atividade experimental e as discussões teóricas que envolvem o fenômeno.

Se inúmeras são as razões que justificam o laboratório no ensino de Ciências (Física), na mesma proporção são as críticas que os autores conferem a sua presença na forma como tem sido utilizado pelos professores. Borges (2002, p. 296) menciona que as principais encontram-se relacionada ao fato de que efetivamente elas não estão relacionadas aos conceitos físicos; que muitas delas não são relevantes para os estudantes, pois tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo, estão previamente determinados pelo professor; que as operações de montagem dos equipamentos, as atividades de coleta de dados e os cálculos para obter respostas já esperadas consomem muito ou todo o tempo disponível. Com isso, os estudantes dedicam pouco tempo à análise e interpretação dos resultados e do próprio significado da atividade realizada.

Sem se ater, as razões, nem as críticas, pois a literatura é vasta, volta-se mais a alternativas para mudança desse quadro. Nessa direção, Pinho-Alves (2000) aponta a necessidade de uma reorientação pedagógica e epistemológica do laboratório didático, inferindo o

construtivismo como alternativa. Nesta concepção, o laboratório didático passa a ser entendido como mediador do discurso construtivista do professor, atuando como objeto didático e não mais como objeto a ensinar. A esse novo modo de ver o laboratório didático o autor atribui especificamente a expressão “atividades experimentais”, como forma de não limitar tais atividades ao espaço físico “laboratório”, comumente destinado à realização dessas atividades no contexto escolar.

Esse entendimento do autor, que será aprofundado ao longo do trabalho, mostra-se como o referencial encontrado para repensar as ações do laboratório didático. Porém, o foco está na questão específica da aprendizagem; por isso, a aposta a ser feita neste estudo é a junção do referencial teórico do autor com a metacognição, a qual vem se apresentando como possibilidade de qualificação da aprendizagem para os estudantes.

Do exposto surge a questão principal sobre a qual se pretende debuzar neste estudo: É possível incluir momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo nas atividades experimentais? Dessa decorrem outras: Quais as possibilidades desta associação? Como os estudantes respondem a ela?

De maneira resumida, a metacognição é entendida como a tomada de consciência do sujeito sobre seus conhecimentos, sobre seu modo de pensar, promovendo a regulação de suas ações. No âmbito educacional, atua como estratégia de aprendizagem, permitindo que os estudantes executem ações a partir da identificação de seus conhecimentos. A sua potencialidade para a aprendizagem reside no fato de que promove nos estudantes um pensar sobre seus conhecimentos, oferecendo-lhes condições de controlar a execução de suas ações como se um supervisor monitorasse seus pensamentos. Os estudantes, ao pensarem ativamente sobre o que estão fazendo, são capazes de exercer um controle sobre seus processos mentais e, assim, obter ganhos cognitivos. Em Física, isso leva à busca pelo conhecimento já existente na estrutura cognitiva, atuando como estímulo à construção dos novos conhecimentos.

Doly (1999, p. 29), por sua vez, ressalta que a metacognição é útil para construir conhecimentos e competências com mais êxito e transferibilidade; para aprender estratégias de resolução de problemas que favoreçam o sucesso e a transferência e também a autorregulação; para que os estudantes se tornem mais autônomos na gestão das tarefas e nas aprendizagens e para desenvolver uma motivação para aprender e para construir um autoconceito como aprendiz.

Os apontamentos da autora mostram-se diretamente vinculados ao processo ensino-aprendizagem em Física, pois o que se quer é que o estudante, ao aprender um conceito, seja capaz de transferi-lo a novas situações, assim como se torne mais autônomo em seu processo de aprendizagem. Ele não deve memorizar o conceito, tampouco restringir seu aprendizado à aplicação dos conhecimentos às mesmas situações que originaram a sua aprendizagem, mas deve ser capaz de, de posse desses novos saberes, resolver novas situações-problema, realizar atividades de forma a obter êxito em seus propósitos e ser capaz de gerenciar seu processo de apropriação dos saberes. Isso se refletirá na sua autonomia cognitiva, pela qual se busca que os estudantes adquiram conhecimentos suficientes para saber como aprender e, assim, construir seu modo de aprender de forma a utilizá-lo por toda a vida.

Campanario e Otero (2000, p. 156) relatam que, no ensino de Ciências, a falta de momentos que possibilitem a evocação do pensamento metacognitivo, na forma de estratégia de aprendizagem, tem sido um dos fatores que conspiram cognitivamente contra o trabalho do professor, constituindo-se como obstáculos à aprendizagem significativa por parte dos alunos. Particularmente com relação aos professores, os autores relatam que poucos têm consciência de que as dificuldades apresentadas pelos estudantes podem estar relacionadas à falta de evocação e utilização estratégica dessa forma de pensamento, levando a que dificilmente sejam consideradas no ensino.

Continuam os autores revelando a existência de um número reduzido de pesquisadores atuando nessa linha, o que revela a carência de resultados mais específicos e evidenciam “que ainda há muito que fazer neste terreno abrindo um novo campo para a experimentação e para a atuação do professor em aula”. (CAMPANARIO; OTERO, 2000, p. 165, tradução nossa).

No que concerne às pesquisas brasileiras envolvendo metacognição e ensino de Física, observa-se que a temática vem sendo pouco explorada. Rosa e Pinho-Alves (2009), ao realizarem um levantamento da produção científica nacional no período de 1996-2006, constataram o inexpressivo número de investigações, apontando como uma das prováveis causas a falta de um referencial teórico significativo para a metacognição como estratégia de aprendizagem no ensino de Ciências. A carência torna-se mais expressiva quando é analisada a associação da metacognição com as atividades experimentais, particularmente em termos do Ensino Médio, verificando-se a ausência de pesquisas.

Justifica-se a necessidade de promover momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo na medida em que ele, mesmo inerente ao ser humano, nem sempre se faz presente de forma espontânea, necessitando do estabelecimento de mecanismos para sua ativação. As pesquisas de Chi et al. (1989) e Bransford, Brown e Cocking (1999), entre outras, apontam a necessidade de que sua inserção no processo educacional seja feita de forma explícita, não deixando sob a responsabilidade do estudante a efetivação desse processo, porque poderá não ocorrer. Assim, se o desejo é que os estudantes recorram ao seu pensamento metacognitivo, faz-se necessário ativá-lo, o que aponta para a importância de se desenvolverem alternativas didáticas como forma de subsidiar a ação do professor. Tal alternativa se mostra como uma nova enseada no ensino de Física, a qual se torna digna de ser investigada.

Portanto, as dificuldades de aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio em Física; a pouca contribuição ofertada pelas atividades relacionadas ao laboratório didático para qualificar essa aprendizagem; as pesquisas promissoras em metacognição no processo ensino-aprendizagem; o número inexpressivo de pesquisas associando a metacognição às atividades experimentais no Ensino Médio e a carência de alternativas didáticas aos professores conferem à pesquisa o objetivo de estudar a viabilidade de uma proposta didático-metodológica para as atividades experimentais em Física que explicita momentos de evocação do pensamento metacognitivo.

Detalhando esse objetivo, têm-se como objetivos específicos:

- Adotar uma definição de metacognição que se aproxime das atividades experimentais.
- Elucidar os aportes teóricos pertinentes a essa aproximação no contexto educacional.
- Elaborar um modelo didático-metodológico para as atividades experimentais orientado a contemplar a evocação do pensamento metacognitivo.
- Construir um instrumento que permita avaliar a evocação do pensamento metacognitivo durante as atividades experimentais.
- Validar a pertinência do modelo elaborado.

Diante das justificativas apresentadas e com vistas a atingir os objetivos anunciados, a investigação estabelece como recorte a elaboração e a verificação da viabilidade do modelo, sem se ater à quantificação dos ganhos cognitivos advindos dessa aproximação. Essa

situação é considerada inexecutável dentro dos limites temporais estabelecidos para este estudo, já que demandaria tempo de aplicação, como qualquer processo que envolve mudança de pensamento, o que não condiz com o período de investigação disponível.

Além disso, é preciso destacar que o modelo a ser elaborado e testado *in loco* refere-se a uma primeira tentativa de aproximação didática da metacognição com as atividades experimentais. Trata-se de um caminho novo, de uma alternativa na qual se depositam esperanças, mesmo que haja dificuldades – e, por certo, haverá – respaldando o caráter da novidade na investigação. Ainda por conta do recorte da pesquisa, menciona-se que a investigação volta-se mais para um olhar didático da metacognição, abdicando-se de discussões mais detalhadas em termos da psicologia, sem, contudo, se afastar por completo dela.

Perante os objetivos e o recorte anunciado, estabelecem-se as opções metodológicas do estudo, caracterizando-o como pesquisa qualitativa, a qual, conforme Triviños (1994), busca compreender e analisar a realidade, permitindo, de um lado, compreender as atividades de investigação que podem ser denominadas como específicas e, ao mesmo tempo, identificar os traços comuns. A pesquisa qualitativa parece ser a opção da maioria dos investigadores na área de educação, os quais, sem deixar de lado a coleta de dados quantitativos, têm buscado ampliá-los para além dos muros dos números. Essa tendência mostra não haver uma dicotomia quantitativo-qualitativo; ao contrário, uma pesquisa pode ser, ao mesmo tempo, um e outro, a que os autores costumam denominar quanti-qualitativo. Evidentemente, muitas pesquisas em educação não podem se apoiar na informação quantitativa, o que não desqualifica as que recorrem a esses dados.

Ante essa possibilidade, a presente pesquisa recorre a uma coleta de dados que permite apresentá-los e comentá-los de forma quantitativa, seguida de uma reflexão na qual se busca deduzir e interpretar esses dados à luz do referencial teórico construído, traçando novos caminhos, diante das dimensões teóricas sugeridas pela leitura do material coletado. Para isso são estabelecidas categorias e subcategorias de análise, estruturadas de acordo com as componentes e os elementos metacognitivos, respectivamente, considerados atributos do estudo. Bardin (2004) infere que a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia). Porém, no caso desta pesquisa, as categorias e subcategorias são estabelecidas na opção teórica do estudo, cuja análise segue também o expresso por Bardin.

A pesquisa empírica divide-se em quatro fases, as quais buscam investigar diferentes momentos das atividades em estudo. Inicialmente, é realizada uma sondagem nas aulas de laboratório na forma como tradicionalmente se apresentam no Ensino Médio, permitindo elaborar e estruturar o modelo de atividades experimentais, objeto de estudo da pesquisa. A partir disso, procede-se a um teste piloto, no qual são verificados possíveis distorções e melhoramentos necessários, tanto na operacionalização da atividade experimental (roteiro-guia) como no instrumento utilizado para coleta dos dados. Na terceira fase do estudo são realizados os testes de viabilidade do modelo, possibilitando responder de forma mais direta ao objetivo do estudo. Por fim, a quarta parte destina-se a uma verificação *a posteriori* do modelo proposto, analisando seus efeitos em termos da “durabilidade” dos conceitos físicos trabalhados nas atividades experimentais na fase de viabilidade.

O instrumento utilizado para coleta dos dados foram as fichas de observação preenchidas por observadores externos posicionados nos grupos de trabalho durante o desenvolvimento das atividades experimentais nas diferentes fases do estudo. Além desse instrumento, empregou-se observação direta durante as atividades experimentais como forma de enriquecer os dados coletados com as fichas de observação. Na quarta fase do estudo utilizou-se um teste de conhecimentos específicos para coleta dos dados.

Seguindo tais procedimentos metodológicos, o estudo organiza-se em cinco capítulos além das considerações finais. Como demarcação do território, a investigação, em seu primeiro capítulo, busca estabelecer uma definição para o polissêmico termo “metacognição” que esteja em consonância com as atividades experimentais desenvolvidas em Física. Para isso, referencia-se nos estudos dos psicólogos John Flavell, Henry Wellman e Ann Brown, estabelecendo os elementos metacognitivos, considerados atributos da investigação. Pela proximidade com a psicologia cognitiva, na continuidade do capítulo destaca-se a presença da metacognição nas teorias de Piaget e Vygotsky. Além disso, o capítulo evidencia a relação direta da metacognição com a afetividade.

Na sequência, no segundo capítulo são discutidas as estratégias de aprendizagem e apresentados aspectos da atuação docente que precisam ser levados em consideração quando de um processo metacognitivo. Além disso, o capítulo apresenta as ferramentas didáticas que favorecem esse tipo de estratégia de aprendizagem, demonstrando como ocorre a associação desta com as ações didáticas segundo a literatura na área.

No terceiro capítulo, o enfoque está no processo epistemológico das atividades experimentais e nas discussões sobre a estrutura organizacional dessas atividades na concepção construtivista. O objetivo do capítulo é estabelecer os fundamentos teóricos relacionados às atividades experimentais que subsidiarão o modelo a ser construída no estudo. Tal modelo, embora elaborada após a sondagem, foi incluída neste capítulo como forma de demarcação da teoria, já que na continuidade se apresentam os dados empíricos decorrentes das quatro fases da pesquisa.

O quarto capítulo refere-se à fase de sondagem e ao teste piloto, bem como descreve o processo de elaboração do instrumento utilizado para coleta dos dados – ficha de observação. Neste capítulo estão especificadas as atividades realizadas nas duas fases correspondentes e os dados resultantes das fichas de observação, seguidas da análise desses dados. Ao final do capítulo estão apresentados os apontamentos resultantes do teste piloto e as melhorias necessárias para a etapa de viabilidade do estudo.

O último capítulo apresenta a fase de viabilidade realizada com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Neste momento são discutidas as alterações procedidas decorrentes do resultado do teste piloto, tanto em termos do roteiro-guia como da ficha de observação. Além disso, o capítulo ressalta a análise dos dados coletados, procedendo a sua discussão de forma a verificar a pertinência do modelo diante dos elementos metacognitivos considerados no estudo. Ao final do capítulo, procede-se à apresentação e discussão de uma nova atividade experimental realizada cinco meses após a fase de viabilidade, com o objetivo de obter novos dados para ampliar as discussões sobre os já obtidos, principalmente em termos da “durabilidade” dos conhecimentos envolvidos nas atividades experimentais da fase de viabilidade.

A título de conclusão da tese, expõem-se as considerações finais desta pesquisa, as quais buscam refletir sobre a pertinência do modelo em termos de promover a evocação do pensamento metacognitivo e os benefícios dessa evocação. Em outras palavras, busca-se avaliar se as atividades experimentais dentro do novo modelo proposto favorecem a evocação do pensamento metacognitivo e como os estudantes se portam diante dela. Na continuidade, procede-se a inferências sobre a utilização da metacognição no contexto educacional, apontando novos caminhos para investigações futuras dos que dela se servirem.

Enfim, nessa aventura por mares estranhos e ainda não totalmente explorados, convida-se o leitor a navegar rumo a uma tentativa de contribuir para qualificar a aprendizagem em Física.

CAPÍTULO 1

METACOGNIÇÃO: DEMARCAÇÃO DE TERRITÓRIO

1.1 Introdução

Frente à possibilidade de que a metacognição qualifique as atividades experimentais desenvolvidas em Física, atuando como potencializadora da aprendizagem, por meio de um processo que leve os estudantes a compreender como estão compreendendo, surge a questão relativa ao conceito de metacognição e as suas demarcações teóricas.

A definição do termo “metacognição”, que inicialmente parece simples, tem se desvelado complexa na literatura, uma vez que vem sendo estudada de diferentes perspectivas, dependendo da área de investigação. A diversidade encontra-se no detalhamento de cada associação, porém há um núcleo coeso em torno do entendimento de metacognição como o pensamento sobre o próprio pensamento, ou a cognição da cognição.

Diante da necessidade de esclarecer o conceito utilizado neste estudo, bem como do marco teórico subjacente, estrutura-se o presente capítulo em três seções. Inicialmente, descrevem-se o conceito de metacognição, suas componentes e seus elementos, estabelecendo uma possível relação com as atividades experimentais; posteriormente, analisa-se este conceito segundo a psicologia cognitiva, particularmente os trabalhos de Piaget e Vygotsky, e, ao final, estabelece-se a relação existente entre metacognição e afetividade.

1.2 Termo “metacognição”: da origem à polissemia

“Metacognição” é um termo remanescente da década de 1970, fruto da psicologia contemporânea de orientação cognitivista. Etimologicamente, significa “para além da cognição”, que, segundo Gonzáles, num sentido mais geral, é

um vocábulo que faz referência ao que vem depois de, ou acompanha à cognição. Não obstante, a metacognição não só expressa a ideia que sua acepção literal sugere e, pese a sua aparência, não é uma palavra grega, senão um neologismo produto da ciência psicológica contemporânea, particularmente a de orientação cognitivista. (1996, p. 3, tradução nossa).

Esse significado mais amplo do termo “metacognição” tem sua origem em Flavell, cujo processo de conceituação ocorreu de forma lenta e gradual, à medida que suas investigações avançaram e permitiram refinar seu entendimento. Do mesmo modo, pesquisadores de diferentes áreas foram agregando ao termo novos elementos, o que resultou em variações ao conceito inicialmente estabelecido.

O exposto mostra a necessidade de se esclarecer o conceito de metacognição, para o que se toma como referência o processo de construção em Flavell desde sua origem, em 1971, até o modelo de monitoração cognitiva de 1979, estabelecendo uma relação com as atividades experimentais. Na continuidade, agrega-se ao conceito a especificidade estabelecida por Brown, julgando-o pertinente diante da possibilidade de aproximação com as atividades experimentais. Ao final da seção, ilustra-se a polissemia do termo com interpretações de autores consagrados na área de metacognição.

1.2.1 Construção do conceito em Flavell

Se, por um lado, a compreensão do termo “metacognição” sofre variações, o mesmo não ocorre com sua origem. Parece haver um consenso entre os pesquisadores de que o termo “metacognição” é referenciado pela primeira vez na literatura com o psicólogo americano John Hurley Flavell, em 1971, no artigo “First discussant’s comments: what is memory development the development of?”. Em estudo apoiado no trabalho de Tulving y Madigan (1969) sobre a memória, Flavell chama a atenção para a relação, até então inexplorada, entre o funcionamento da memória e o conhecimento que se tem sobre os processos de memorização.

As questões relacionadas à memória sempre representaram a preocupação central das pesquisas de Flavell, nas quais mostrou que, com o avançar da idade, as crianças melhoram sua capacidade de realizar tarefas que envolvam a memória seletiva, por exemplo. À medida que crescem, os estudantes aperfeiçoam suas capacidades para estimar o tempo que levam para memorizar uma lista de palavras ou uma sequência de números. Os estudos associados à capacidade inerente ao ser humano de selecionar seus próprios processos de memória permitiram a Flavell introduzir o termo “metacognição” para designar o conhecimento que o sujeito tem quanto à sua cognição. Em outras palavras, constitui o pensar sobre o pensar, enfatizando a importância da tomada de consciência do indivíduo quando da realização de uma tarefa.

Na continuidade, Flavell infere que a metacognição se vincula às experiências do conhecimento metacognitivo: as primeiras (experiências), referindo-se a qualquer consciência cognitiva e afetiva que acompanha e pertence a determinada troca intelectual; o segundo (conhecimento), entendido como segmento do mundo de conhecimentos adquiridos e acumulados nos indivíduos e que considera as pessoas como seus agentes construtores, com a diversidade cognitiva nelas existente, ou seja, tem a ver com questões cognitivas.

Para situar essa compreensão inicial de Flavell sobre metacognição, ainda por ser ampliada em estudos futuros, tem-se que estaria limitada à tomada de consciência do estudante sobre seus conhecimentos, sendo, pois, influenciada por aspectos afetivos e por suas experiências, tudo vinculado à memória deste estudante. Assim, nessa primeira tentativa o autor mostra que a metacognição, já determinada como o conhecimento do conhecimento (conhecimento metacognitivo), estaria atrelada à reflexão do estudante sobre seus conhecimentos e ao sentimento deste em relação à atividade e à estratégia que deverá utilizar (decorrente de suas experiências nessa área).

Identificando esse primeiro momento do conceito com as atividades experimentais, tem-se sua relação com as manifestações dos estudantes, de forma positiva ou negativa, diante da proposta do professor, identificando em sua memória experiências passadas. São manifestações dos estudantes do tipo “sei fazer”; “entendo bem este assunto”; “gosto de Física”; “tenho facilidade em manusear este equipamento”; ou, ao contrário, “sou um desastre em aulas práticas”; “na última atividade não entendi nada” etc. O sentimento produzido por experiências anteriores é fundamental para que os estudantes ativem em seus pensamentos os conhecimentos necessários à atividade proposta,

que, conseqüentemente, tornam-se essenciais ao êxito de sua execução. Aqui está o primeiro aspecto a ser considerado em uma atividade experimental e relacionado à metacognição: produzir um sentimento em relação a ela. Esse sentimento vai definir os comportamentos dos estudantes diante da atividade experimental antes mesmo de iniciá-la.

Essas experiências metacognitivas estão, na acepção de Flavell, relacionadas ao conhecimento metacognitivo, que, por sua vez, é entendido como o responsável pela tomada de consciência do estudante sobre o que sabe. São conhecimentos e crenças que ele acumulou por meio de experiências e que armazenou na memória em longo prazo.

Desse modo, inferir que sabe algo, ou que julga ser bom em uma atividade experimental, representa uma evocação de pensamento metacognitivo, pois são manifestações decorrentes de experiências do conhecimento metacognitivo que o estudante expressa a partir de sua vivência. Nas atividades experimentais, por seu caráter mais livre, mais dinâmico, essa forma de pensamento é facilmente observável nos estudantes, podendo ser potencializada como forma de ativar seus conhecimentos em prol da identificação com os saberes envolvidos no estudo. Em termos de benefícios para a aprendizagem, Flavell infere que, no caso da ativação da memória, a identificação do que o estudante já conhece e o sentimento que ele tem em relação a si próprio são mecanismos essenciais, pois mobilizam toda a estrutura de pensamento. A identificação de que tem dificuldades num determinado assunto pode levar o estudante a prestar mais atenção nas explicações do professor, a buscar o conteúdo em livros didáticos ou, mesmo, levá-lo a se aproximar de outros estudantes com mais facilidade de domínio do tema.

Entretanto, a possibilidade de que esses conhecimentos metacognitivos sejam ativados no sujeito, atuando na melhoria da capacidade de memória ou, extensivamente, na melhoria da aprendizagem, leva Flavell a inferir que eles precisam ser ativados por mecanismos que os impulsionem, referindo-se às exigências da tarefa.

Mais especificamente, ao investigar a dificuldade que os estudantes apresentam para generalizar e transferir o que aprendem a novas situações, diferentes daquelas que originaram suas aprendizagens, Flavell formulou a hipótese de que os recursos cognitivos dos sujeitos não são espontâneos, mas surgem à medida que eles têm necessidade de solucionar tarefas ou problemas concretos, selecionando as estratégias pertinentes a cada situação. Desta maneira, infere que, para o sujeito recorrer a seus conhecimentos como forma de obter êxito em sua aprendizagem (ou recuperação da memória), é necessário que a situação

o exija, acrescentando ao entendimento anterior a ação a ser executada e a capacidade do sujeito de regular essa ação.

Nas atividades experimentais, essa ativação do pensamento se encontra associada às exigências da atividade, ou seja, ao seu objetivo cognitivo. Portanto, o processo de ativar o pensamento é proporcionado pelo “desafio” da atividade experimental a ser executada e por aquilo que conduzirá o estudante a sua execução. Associando ao exposto por Flavell, pode-se dizer que o objetivo da atividade experimental pode atuar como estímulo à evocação do conhecimento, à identificação pelo estudante do que ele sabe ou julga saber de si mesmo em relação ao conteúdo ou à execução da atividade, assim como pode incitar seus sentimentos em relação a tarefa. Logo, o objetivo cognitivo pode ser o ativador do pensamento metacognitivo em uma atividade experimental.

Como decorrência da constatação da necessidade de agregar ao conceito de metacognição questões relacionadas à ativação desses mecanismos (estímulo do professor, uma tarefa desafiadora, uma atividade que deverá ser desenvolvida etc.), em 1976 Flavell ampliou a sua definição, incluindo, explicitamente, a autorregulação.

Nesse novo entendimento Flavell acrescenta a necessidade de que o sujeito recorra a sua estrutura cognitiva para monitorar e supervisionar seus próprios conhecimentos, não apenas para identificá-los. Amplia-se, assim, o termo “metacognição”, conforme explicitado no artigo “Metacognitive aspects of problem solving”:

“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. Por exemplo, eu estou praticando a metacognição (metamemória, meta-aprendizagem, meta-atenção, metalinguagem, ou outros), se me dou conta de que tenho mais dificuldade para aprender A do que B; se compreendo que devo verificar C antes de aceitá-lo como verdade (fato); quando me ocorre que eu teria de examinar melhor todas e cada uma das alternativas em algum tipo de teste de múltipla escolha, antes de decidir qual é a melhor; se eu estiver consciente de que não estou seguro que o experimentador realmente quer que eu faça; se eu perceber que seria melhor tomar nota de D porque posso esquecê-lo; se eu pensar em perguntar a alguém sobre E, para ver se está correto. Esses exemplos podem se multiplicar indefinidamente. Em qualquer tipo de transação cognitiva com o meio ambiente humano ou não humano, uma variedade de atividades que processam informações pode surgir. A metacognição 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, destaque do autor, tradução nossa).

Com a nova definição, a metacognição passa a englobar dois aspectos: o conhecimento do próprio conhecimento e o controle executivo e autorregulador das ações. O primeiro vincula-se aos conhecimentos que os indivíduos possuem sobre seus recursos cognitivos e à relação entre eles. O segundo relaciona-se ao controle e à regulação dos processos cognitivos, ou seja, à capacidade que os indivíduos apresentam de planejar estratégias de ação a fim de atingir um determinado objetivo, bem como dos ajustamentos necessários para que isso se concretize.

O detalhamento de como o conhecimento metacognitivo pode atuar como favorecedor da ativação da memória é inferido por Flavell

no artigo publicado em 1977, em colaboração com Wellman, intitulado “Metamemory”. Neste artigo, os autores identificam dois aspectos básicos que interferem na execução de uma atividade (recuperação da memória): a sensibilidade e o conhecimento de três variáveis – pessoa, tarefa e estratégia. Conforme as palavras dos autores:

Primeiro, algumas situações requeridas para exigir esforços relacionados à memória e outras que não [sensibilidade]. Segundo, o desempenho em uma situação de memória ou tarefa é influenciado por um número de fatores cuja natureza uma pessoa deveria saber. Nós temos três classes principais de tais fatores [variáveis]: (1) características relevantes de memória da própria pessoa [variável pessoa]; (2) características relevantes de memória para a tarefa [variável tarefa]; (3) estratégias potenciais de emprego/uso [variável estratégia]. (FLAVELL; WELLMAN, 1977, p. 5, tradução nossa).

Nessa acepção, tem-se por “sensibilidade” a capacidade do indivíduo de decidir sobre a necessidade ou não de utilizar estratégias para desenvolver determinada atividade. Essa decisão se refere à realização das atividades espontâneas (aquelas que apresentam um objetivo, mas não são determinadas por instrução específica) e das atividades induzidas (aquelas que decorrem de instruções que levam à adoção de estratégias para se chegar ao objetivo). É a tomada de decisão do estudante sobre recorrer ou não ao pensamento metacognitivo. Se perceber que o melhor é recorrer, este deverá contemplar aspectos relacionados às variáveis do conhecimento metacognitivo que precisam estar presentes para atingir o objetivo pretendido.

As variáveis da pessoa, da tarefa e da estratégia, assim como de suas relações, resultam das crenças do indivíduo como ser cognitivo; é o conhecimento que as pessoas têm sobre elas mesmas, o qual afeta o seu rendimento na realização de suas tarefas (aprendizagem). É estabelecido por meio da tomada de consciência das próprias variáveis mencionadas, bem como pelo modo como interagem e influenciam no alcance do objetivo cognitivo.

As variáveis identificadas por Flavell e Wellman (1977) encontram-se próximas das atividades experimentais, podendo ser

potencializadas por ela. Como forma de ilustrar essa aproximação, ao descrever tais variáveis busca-se uma aproximação com o processo ensino-aprendizagem, oferecendo um exemplo relacionado à atividade experimental com um olhar genérico, sem preocupação com os detalhes operacionais destas atividades. Além disso, o exposto representa um primeiro olhar, pois no decorrer do trabalho essa aproximação será retomada em contextos mais específicos.

O conhecimento das variáveis da **pessoa** (ou pessoas) é representado pelas convicções que os indivíduos apresentam sobre si mesmos e em comparação com os outros. É o momento em que identificam como funciona seu pensamento, como se processam as informações que lhes são fornecidas, caracterizando-se pela identificação de suas crenças, mitos e conhecimentos, assim como pela identificação dessas características no outro. Segundo Flavell e Wellman (1977), uma das tarefas do sujeito consiste em desenvolver um “autoconceito mnemônico”, “autoconceito cognitivo”, que com o tempo deverá ser cada vez mais elaborado. Isso significa que num processo evolutivo o sujeito deverá ser capaz, cada vez mais, de entender suas capacidades e suas limitações, pondo-as em prática a fim de realizar suas tarefas com êxito.

Esse conhecimento sobre si mesmo pode ser de três tipos: universal, intraindividual e interindividual. Os conhecimentos universais estão relacionados aos conhecimentos que os indivíduos apresentam sobre como é ou como julgam ser a sua mente. Segundo Flavell, Miller e Miller (1999), este é o mais interessante dos três tipos, pois permite reconhecer características presentes no sujeito e no outro e que estão presentes na mente humana de modo geral. Por exemplo, reconhecer que as pessoas podem não recordar um fato num primeiro momento, mas que talvez consigam recordá-lo futuramente é um exemplo de conhecimento universal, pois essa característica pertence a todos os indivíduos, inclusive ao próprio estudante.

Por sua vez, os intraindividuais representam as crenças, os mitos que as pessoas têm sobre si mesmas, como a identificação de que precisam anotar tudo o que o professor fala para compreender o assunto; de que precisam manusear o equipamento didático em uma atividade experimental para entender seu funcionamento; de que precisam escrever todos os passos que estão seguindo para entendê-lo etc. Por fim, os interindividuais referem-se às comparações estabelecidas pelos sujeitos entre si, tais como: “ele entende melhor a explicação do professor que eu”; “sou bom em cálculos”; “ele é mais habilidoso que eu com este equipamento” etc.

No processo ensino-aprendizagem essa variável se manifesta na identificação pelo estudante de características pessoais, podendo estabelecê-las em comparação ao outro, conforme mencionado. Isso inclui os conhecimentos e informações sobre determinados conteúdos (em Física, por exemplo), a amplitude e a maneira como o estudante se relaciona com esses saberes. É um *feedback* da estrutura interna de pensamento do estudante. Entre os aspectos que proporcionam essa retomada nos saberes para deles fazer uso mediante uma situação de aprendizagem está a motivação, atuando como propulsora deste movimento interno e do pensamento metacognitivo.

Quando um estudante, ao iniciar uma atividade experimental sobre o movimento de rotação e translação da Terra, por exemplo, julga que será complexo entendê-lo, pois apresenta dificuldades em movimentos relativos, mas pondera que, se realizar o estudo com outro considerado ser mais competente no assunto, poderá compreender melhor esses movimentos, estará manifestando pensamento metacognitivo em termos da variável pessoa. Ou ainda, quando, neste mesmo estudo, ele manifesta não ter claro o fato de a Terra estar em movimento, mas reconhece que isso resulta da falta de conhecimentos nesta área, isso, igualmente, pode desencadear um comportamento de pensamento metacognitivo. Destaca-se, assim, a importância do professor propor nas atividades experimentais momentos para que os estudantes identifiquem seus conhecimentos prévios e suas características pessoais em relação a este conhecimento, buscando alternativas para suprir possíveis deficiências. Além disso, a natureza e as exigências da atividade experimental também influenciam nesse movimento de retomar os saberes, o que é caracterizado pela variável tarefa.

O conhecimento das variáveis da **tarefa** está relacionado às suas demandas, representadas pela abrangência, extensão e exigências envolvidas na sua realização. É a identificação pelos sujeitos das características da tarefa em pauta, tanto em termos do que ela é, como do que envolve. Nas pesquisas sobre memória, Flavell e Wellman (1977) mostram que há tarefas mais fáceis de serem lembradas que outras e que algumas demandam mais tempo e mais elementos e, por isso, são tidas como mais difíceis. Além disso, o tipo e a estrutura do material envolvido também influenciam nesse processo de recordar.

Flavell, Miller e Miller (1999) assinalam que a variável tarefa encontra-se subdividida em duas: uma tem a ver com a natureza da informação que o sujeito encontra e processa em qualquer atividade cognitiva, por exemplo, o estudante sabe que, tendo informações

escassas sobre uma tarefa, terá maiores chances de compreendê-la equivocadamente; o outro tipo vincula-se à natureza da exigência da tarefa, de que é exemplo o fato de um estudante saber que é mais fácil recordar a ideia geral de uma história do que suas palavras exatas.

No processo ensino-aprendizagem, ao se deparar com uma tarefa, o estudante recorre a seus pensamentos verificando o grau de dificuldade dela, podendo se sentir incapaz de realizá-la ou desmotivado para tal; ou, o contrário, verificar que já realizou algo semelhante ou reconhecer os conhecimentos envolvidos, sentindo-se capaz, motivado para a tarefa. Todo esse movimento é um pensar metacognitivo, que poderá levá-lo a lograr êxito na tarefa. Por isso a importância do professor não propor tarefas demasiadamente distantes da capacidade de seus estudantes, pois poderá provocar sentimentos de não ser capaz de realizar, aprender, que, apesar de decorrentes de seu pensamento metacognitivo, poderão não contribuir para a aprendizagem.

Em termos das atividades experimentais, a variável tarefa mostra-se relacionada ao momento em que o estudante se dá conta do tipo de tarefa e dos conhecimentos envolvidos e necessários para a sua execução. Isso se encontra diretamente vinculado ao tipo de tarefa (natureza experimental da atividade) e aos objetivos a serem atingidos. Portanto, quando um estudante se depara com uma atividade experimental que exige dele algo diferente dos estudos teóricos, por exemplo, poderá ativar seus pensamentos atuando de forma positiva ou negativa para a aprendizagem. Como exemplo, cita-se o estudo para verificar a velocidade constante de um móvel, no qual é preciso que o estudante perceba as limitações do modelo teórico proposto pelo professor diante da situação real presente na atividade experimental. Esse comportamento de comparar situações decorre de um movimento de evocação do pensamento metacognitivo, cujo passo seguinte está em identificar a estratégia para realizar esta atividade, o que envolve os conhecimentos relacionados à variável estratégia.

Os conhecimentos das variáveis relacionadas à **estratégia** vinculam-se ao “quando”, “onde”, “como” e “por que” aplicar determinadas estratégias. É o momento em que o sujeito se questiona sobre o que precisa ser feito e quais os caminhos a serem seguidos para atingir o objetivo. Flavell, Miller e Miller (1999) afirmam que esta variável se encontra relacionada à identificação pelos estudantes de quais estratégias são mais adequadas para chegar a determinados resultados cognitivos. São as estratégias de recuperação ou armazenamento da informação na memória, ou são as traçadas pelos estudantes para efetivar suas aprendizagens.

No processo ensino-aprendizagem a identificação da estratégia representa o reconhecimento pelo estudante, dos caminhos para aprender, bem como a identificação de por que escolher esse caminho. Por exemplo, ao se organizar para estudar Física, ele percebe que precisa se estruturar de forma diferente do que quando vai estudar História; ou na identificação pessoal de que para aprender a resolver os problemas de Física a melhor estratégia é iniciar pela leitura atenta do problema, identificando o conhecimento envolvido para, somente após, iniciar o processo de solução.

Nas atividades experimentais, essa variável se encontra relacionada ao momento em que os estudantes percebem que a realização de uma atividade requer uma estratégia de ação diferente de outra, identificando a mais adequada. Por exemplo, ao realizar uma atividade experimental envolvendo processos de transferência de calor entre um corpo aquecido e o meio ambiente, o estudante conclui que nela se requerem cuidados operacionais diferentes dos aplicados no estudo da constante elástica da mola. Essa comparação entre estratégias conduz o estudante a retomar seus conhecimentos, podendo levá-lo a ativar seu pensamento metacognitivo.

O reconhecimento, pelos estudantes, da necessidade de estratégias e das mais adequadas para cada atividade experimental reflete-se na tomada de consciência sobre seus conhecimentos, remetendo-os a pensamentos metacognitivos. Entretanto, nem sempre a identificação de uma estratégia resulta de um pensamento metacognitivo, pois pode estar relacionada apenas aos caminhos a serem executados, sem a identificação das razões que levam o estudante a escolher tais caminhos, ou seja, pode resultar, por exemplo, de um processo mecânico, no qual se sabe que é assim, mas sem se saber por quê. A estratégia referida aqui envolve não apenas traçar passos, mas saber por que são os escolhidos.

Flavell (1979) lembra que o conhecimento metacognitivo resulta da integração dessas variáveis, que, por sua vez, não são independentes, mas compõem um conjunto no qual estão interligadas, constituindo o conhecimento do conhecimento que o sujeito precisa ter para desenvolver suas atividades (atingir objetivos) de forma mais eficaz. Ribeiro (2003) esclarece que as variáveis interagem entre si, de modo que faz sentido dizer, por exemplo, que o aprendiz X, porém não o Y, utiliza a estratégia A mais do que B, porque em tal tarefa é mais adequada a ele do que ao outro. Flavell, Miller e Miller exemplificam essa mesma combinação entre as variáveis, assinalando: “[...] você sem dúvida selecionaria uma estratégia de preparação diferente se tivesse

que fazer uma palestra sobre algum tópico do que se somente precisasse assistir a uma palestra dada por outra pessoa” (1999, p. 127). Continuam em sua exemplificação informando que, quando alguém precisa memorizar um número de telefone e tem dificuldades para isso, utiliza uma estratégia de associação a datas de aniversário, por exemplo. Nesse caso, a variável pessoa está no reconhecimento de que o sujeito apresenta dificuldades para a memorização de números; a variável tarefa apresenta-se na necessidade de memorizar números, e a variável estratégia fica por conta da associação do número a datas relevantes em sua memória.

Sendo mais explícito em termos dessas variáveis nas atividades experimentais, pode-se dizer que se mostram conjuntas quando um estudante consegue ter clareza de suas características pessoais, do tipo de atividade a ser desenvolvida, dos conhecimentos de que precisa para desenvolvê-la (tanto dos conteúdos específicos como da atividade em si) e da estratégia a ser utilizada para realizá-la. Esse conjunto de ações de identificação pessoal do estudante resulta de sua evocação metacognitiva atuando positivamente no processo de construção do conhecimento. Evidentemente, apenas reconhecer aspectos como os mencionados para as variáveis pessoa, tarefa e estratégia não repercute em aprendizagem. É necessário que, ao identificá-las, seja de forma positiva ou negativa, o estudante mobilize suas estruturas cognitivas direcionando suas ações para atingir aos propósitos do estudo ou da tarefa. Portanto, não basta identificar ou não a tarefa para lograr os benefícios da evocação do pensamento metacognitivo; é preciso ir além, pondo em movimento toda a estrutura cognitiva.

Os benefícios decorrem do conjunto dessas variáveis e de sua inter-relação, que é estimulada pela exigência da execução da tarefa (objetivo cognitivo). De posse da identificação de seus conhecimentos pessoais referentes à atividade, ao tipo de atividade e da estratégia a ser utilizado, o estudante traçaria seu plano de ação (ou do grupo) a fim de atingir seus objetivos cognitivos.

Mesmo que essas variáveis tenham sido estudadas, inicialmente, para questões vinculadas ao armazenamento e à recuperação da memória, sua pertinência às atividades experimentais é evidente, porque tais atividades podem ser potencializadas pela ativação do conhecimento metacognitivo, inclusive abrangendo o fator de ativação deste conhecimento (objetivo cognitivo).

O reconhecimento das experiências anteriores e a identificação do conhecimento existente na estrutura cognitiva do estudante são mecanismos internos de origem metacognitiva que influenciam na

construção dos novos saberes, fornecendo condições para que o estudante identifique como está procedendo para construí-los. Essa ativação interna, seja das experiências, seja do conhecimento, é impulsionada pelos objetivos e pelas ações de âmbito cognitivo, cujo conjunto suscita a evocação do pensamento metacognitivo que foi denominado por Flavell (1979) como “Modelo de monitoração cognitiva”.

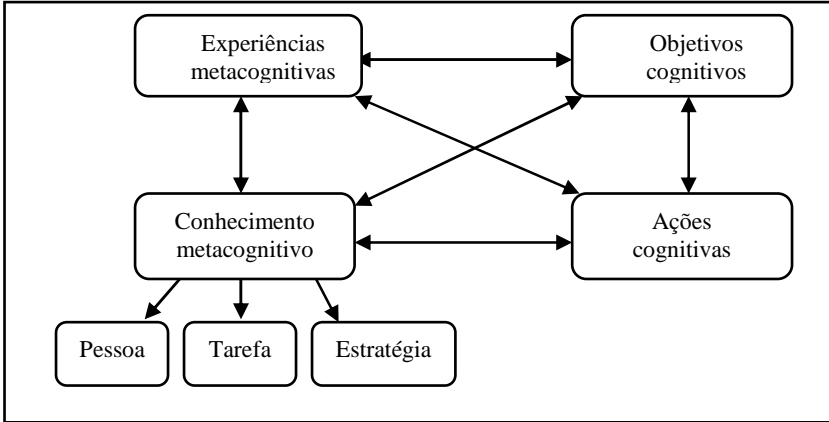
Flavell, em 1979, no artigo “Metacognition e cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry”, propôs de forma mais geral que a regulação do pensamento metacognitivo ocorre pela ação e interação de quatro aspectos: conhecimento metacognitivo, experiências metacognitivas, objetivos cognitivos e ações cognitivas. Logo, para que um sujeito (estudante) ative seu pensamento metacognitivo, quatro aspectos devem estar conectados, fornecendo os substratos necessários a essa ativação. Nas palavras de Flavell:

O conhecimento metacognitivo é aquele segmento de seus conhecimentos de mundo armazenados (quando criança ou adulto), que tem feito as pessoas serem criaturas cognitivas, com suas diversas tarefas, objetivos, ações e experiências. [...]. As experiências metacognitivas são quaisquer experiências conscientes cognitivas ou afetivas, que acompanham e pertencem a toda empreitada intelectual. [...]. Objetivos (ou tarefas) referem-se aos objetivos do empreendimento cognitivo. As ações (ou estratégias) se referem às cognições ou a outros comportamentos empregados para consegui-las. (1979, p. 906-907, tradução nossa).

Nesse modelo, Flavell diferencia os aspectos que compõem a ativação do pensamento metacognitivo. Destaca, por um lado, o conhecimento metacognitivo e a experiência metacognitiva e, por outro, os objetivos e as ações cognitivas. Assim, a utilização do pensamento metacognitivo vincula-se aos conhecimentos que o sujeito tem sobre seus conhecimentos e à identificação de suas experiências anteriores. Além disso, os objetivos a serem atingidos e a execução da ação por meio das estratégias traçadas para realizar a atividade são fatores

determinantes para a eficácia na ação, identificados como processos metacognitivos.

O entrelaçamento desses quatro aspectos mencionados por Flavell é representado no Quadro 1.



Quadro 1: **Modelo de monitoração metacognitivo de Flavell (1979).**

Fonte: Adaptado e ampliado de Mayor; Suengas; González Marqués (1995, p. 55).

Por **conhecimento metacognitivo** Flavell reitera sua compreensão inicial: é o conhecimento que o sujeito tem sobre si próprio no que se refere às variáveis pessoa, tarefa e estratégia e, também, à maneira como essas interferem no resultado da cognição. Portanto, a indicação “sou bom em Física e ele é melhor em Português” é um exemplo do conhecimento metacognitivo. Flavell indica que esse conhecimento metacognitivo consiste, primeiramente, no conhecimento ou na opinião sobre que fatores ou variáveis agem e interagem e de que maneira afetam o curso e o resultado cognitivo.

Quanto às **experiências metacognitivas**, Flavell destaca que as impressões ou percepções conscientes podem ocorrer antes, durante ou após a realização de uma tarefa, sempre que o sujeito vivenciar alguma dificuldade ou falta de compreensão de algo de grande importância para ele. Pode-se, então, chegar aos meios de sua superação. As experiências metacognitivas são conscientes, cognitivas e afetivas; podem ser breves ou longas, simples ou complexas, em termos de conteúdos; também podem servir para uma variedade de funções úteis nas iniciativas cognitivas. Como exemplo, menciona-se o fato de proceder a ações

adaptativas no momento em que se percebe que não se está entendendo o que se lê (reler, repensar o que já estava ou julgava que estivesse entendido etc.). (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999).

Para Flavell (1979), tanto o conhecimento metacognitivo como as experiências metacognitivas estão interligados, fazendo parte de um conjunto interdependente, na medida em que permitem interpretar tais experiências e agir sobre elas. É o que na definição de 1976 ele identifica como o conhecimento do conhecimento.

Já por **objetivos cognitivos** Flavell designa os implícitos ou explícitos, que impulsionam e ativam as estruturas cognitivas. No âmbito da sala de aula, podem ser impostos pelo professor ou selecionados pelo próprio aprendiz. Como exemplo tem-se que os objetivos presentes nas atividades experimentais, normalmente definidos pelo professor, seriam o mecanismo ativador das estruturas cognitivas dos estudantes, os quais impulsionam e movem a execução da ação.

As **ações cognitivas** utilizadas para potencializar e avaliar o progresso cognitivo podem ser de dois tipos: as que estão a serviço do monitoramento (avaliação da situação), buscando produzir experiências metacognitivas e resultados cognitivos, e as que visam a atingir um objetivo cognitivo, buscando, igualmente, resultados cognitivos. A diferença entre as duas está nos propósitos a que se destinam: na primeira, o estudante busca desenvolver uma atividade experimental, por exemplo, e para isso traça ações a fim de avaliar se está se conduzindo bem, como está procedendo, se fazendo de tal forma vai atingir o objetivo; na segunda, ele traça as ações e busca avaliar o procedimento em termos do resultado obtido, sem se preocupar com o processo que o levou a chegar a esse resultado.

Os objetivos cognitivos e as ações ativam o conhecimento e as experiências metacognitivas, constituindo o pensamento metacognitivo, que, quando presente, tende a possibilitar ao estudante lograr êxito em sua tarefa. Nessa interpretação, fica claro que Flavell mescla cognição e metacognição em sua definição, demonstrando que estão intimamente relacionadas. Segundo o autor, os limites que as separam são tênues, tendo em vista que a metacognição representa a tomada de consciência e a avaliação da cognição.

Martí resume o pensamento do autor, destacando:

O desenvolvimento vem guiado por uma série de mecanismos (como a tomada de consciência, a abstração e a autorregulação) cuja natureza recorrente faz que ao serem gerados se apliquem sobre construções cada vez mais elaboradas. Isto ocorre durante todo o desenvolvimento. Neste sentido, a distinção de cognição e metacognição perde sua razão de ser; toda construção cognitiva exige uma reelaboração constante dos conhecimentos a níveis diferentes de complexidade. (1995, p. 21, tradução nossa).

O autor mostra que a metacognição, além de ser um dos aspectos constituintes do desenvolvimento cognitivo, é encarregada da constituição da cognição em si, isto é, metacognição e cognição são indissociáveis, pois a cognição envolve metacognição. Para exemplificar, Flavell (1987) descreve a presença da metacognição na velocidade de processamento da informação. É o sistema metacognitivo que monitora as alterações na velocidade desse processo realizadas durante a execução de uma tarefa, ou seja, o modo como o estudante executa uma atividade experimental, por exemplo, e o quão significativa é a sua aprendizagem relativa a esta atividade encontram-se associados à forma como os mecanismos metacognitivos são ativados.

Ainda para Flavell (1987), o desenvolvimento da metacognição apresenta-se limitado caso o estudante não detenha conhecimentos específicos. O que permite inferir que a associação da metacognição com as atividades experimentais precisam estar apoiadas em conteúdos específicos de Física, sem os quais não há como, nem por que, ativar o pensamento metacognitivo.

Por fim, Flavell atribui ao processo metacognitivo uma capacidade autorreguladora que age sobre o sistema cognitivo. Esta autorregulação decorre da identificação pelo sujeito dos seus conhecimentos, tanto em termos do conteúdo específico, como de sua capacidade para adquirir, recuperar e manipular esse conhecimento. Nas atividades experimentais, isso se revela na perspectiva de que o estudante durante o desenvolvimento de uma atividade experimental orquestra suas ações baseando-se na identificação de seus conhecimentos. Tal ampliação mostra que a definição mais adequada para a metacognição, na acepção de Flavell, envolve tanto o conhecimento que o sujeito tem sobre seus conhecimentos (eventos

cognitivos) como o modo pelo qual ele regula e monitora os processos da cognição.

A descrição de como poderá ocorrer o processo de monitoração inclui planejar, revisar e avaliar o progresso cognitivo. Contudo, a especificação de como isso se traduz em operações de execução pelo sujeito no desenvolvimento de uma atividade específica é mais bem explicitada nos estudos de Ann Brown. Tais estudos, desenvolvidos a partir das pesquisas em leitura e interpretação de textos, encontram-se próximos das ações realizadas no desenvolvimento das atividades experimentais. Por isso, são tomados como referência para especificar a componente metacognitivo referente ao controle executivo e autorregulador das ações, conforme se apresenta na continuidade.

1.2.2 Ampliação do controle executivo

A psicóloga Ann Brown, referenciada nas pesquisas de Flavell, utilizou-se do entendimento do autor sobre o termo “metacognição”, acrescentando o detalhamento do processo de controle executivo e autorregulador. Brown (1978), nos moldes de Flavell, entende que a metacognição não se refere apenas ao conhecimento do conhecimento, mas também envolve a capacidade do sujeito de monitorar, autorregular e elaborar estratégias para potencializar sua aprendizagem. Com base nisso a autora e colaboradores estruturam suas pesquisas valorizando as estratégias de aprendizagem metacognitivas, mostrando que com o passar do tempo há um significativo aumento no controle dessas estratégias e de outros processos cognitivos, de modo a orquestrá-los eficientemente.

Os estudos de Brown enfatizam a metacognição como a consciência do próprio conhecimento ou a compreensão desse conhecimento, concebendo que o sujeito, ao compreender esse conhecimento, poderá utilizá-lo adequadamente na realização das atividades. Para Brown (1977), a metacognição envolve autoconsciência, ou seja, implica a tomada de consciência sobre se sabe, o que se sabe e que não se sabe. A distinção em relação aos estudos de Flavell é que, para Brown, o controle executivo da tarefa representa um mecanismo autorregulatório, constituído por operações relacionadas aos mecanismos de ação do sujeito, ao passo que, para Flavell, a autorregulação se relaciona a um mecanismo de monitoração do próprio conhecimento. Portanto, no entender de Brown, deve-se

associar metacognição, num primeiro momento, ao conhecimento sobre os recursos e estratégias mais adequadas à efetivação de determinada tarefa – o conhecimento do conhecimento; em outro, ao controle executivo, que abrange mecanismos autorregulatórios quando da realização da tarefa, como a planificação, a monitoração e a avaliação das realizações cognitivas. Ambos estão inter-relacionados, cada um alimentando o outro, embora possam ser facilmente identificáveis.

De acordo com Brown (1987), o conhecimento do conhecimento é estável, verbalizável e falível, já que quem conhece algo sobre sua cognição o conhecerá sempre, podendo, inclusive, estar equivocado; por outro lado, o controle executivo e autorregulador mostra-se instável e nem sempre passível da verbalização, dependendo da situação e da tarefa. Portanto, somente quando o sujeito regula ou monitora as tarefas de cognição é que pode tirar benefício dos fracassos, deixando de lado as estratégias inadequadas. Traduzindo, pode-se dizer que, no entender da autora, não basta que o estudante tome consciência dos seus conhecimentos; é preciso que ele os operacionalize (realização de uma atividade experimental, por exemplo), pois somente assim saberá se sabe o que julga saber.

Direcionando seus estudos para a leitura e interpretação de textos, Brown (1978) exemplifica mencionando a importância de serem identificados no texto o objetivo e seus aspectos relevantes; de se concentrar a atenção nos tópicos principais; de se avaliar a qualidade da compreensão efetivada; de se verificar se os objetivos estão sendo alcançados; de promover as devidas correções quando existirem falhas na compreensão; de observar o andamento da leitura e corrigi-la quando houver distração, divagações ou interrupções.

Tais aspectos pertencem ao mecanismo de controle executivo e autorregulador e podem ser sintetizados pelas operações de planificação, monitoração e avaliação. A seguir, discute-se cada uma das operações mencionadas, apresentando uma aproximação com as atividades experimentais.

A **planificação** é a responsável pela previsão de etapas e escolha de estratégias em relação ao objetivo pretendido, o que supõe fixar metas sobre como proceder para realizar a ação. Brown (1987) menciona que o planejamento somente poderá ocorrer na medida em que o sujeito conhecer o problema em sua forma global e iniciar a busca pela solução. O planejamento inicial é relativamente completo, hierárquico e sujeito a refinamentos em seus níveis mais baixos. Entretanto, em qualquer ponto do planejamento as decisões do sujeito oferecem oportunidades para o desenvolvimento do plano, consistindo

em ações independentes e decorrentes de decisões influenciadas pelo conhecimento do sujeito. A decisão tomada por ele durante a planificação das ações permite-lhe interagir com os dados disponíveis, podendo influenciar ou ser influenciado por estes. Brown (1987, p. 87) afirma que um bom planificador faz planos e toma decisões com base nesses planejamentos, que são influenciados por seus conhecimentos de mundo.

Em termos da aprendizagem escolar, essa operação pode ser identificada com a organização de materiais para estudar ou a elaboração de um questionário referente ao tema em estudo com objetivo de guiar o estudante. O que em Flavell estaria incluso no conhecimento metacognitivo, mais especificamente nas estratégias a serem adotadas para lograr êxito na tarefa, em Brown, por se referir à etapa de execução da ação, pressupõe traçar estratégias específicas da ação. Nas atividades experimentais, essa planificação é observada no momento em que o estudante, sozinho ou em seu grupo de trabalho, decide sobre a forma de executar a tarefa, os meios e equipamentos necessários para tal, tudo de acordo com os conhecimentos já identificados em sua estrutura cognitiva e de acordo com o objetivo a ser atingido. Refere-se à identificação do que deverá ser realizado, ao ponto onde deve ser iniciado, à previsão das etapas a serem percorridas para atingir o objetivo almejado, relacionando as escolhas feitas em termos estratégicos.

Em uma atividade experimental a planificação refere-se ao planejamento dos estudantes de suas ações de modo a visualizar o fim desejado, detalhando e entendendo cada passo, verificando se dispõem do que precisam e retomando conhecimentos pertinentes à ação. Encontra-se vinculada ao “modo de fazer” ou ao procedimento para executar a atividade experimental. Assim, de posse da identificação do conhecimento que apresenta sobre o seu conhecimento, o estudante inicia o processo de execução e de autorregulação, planejando suas ações e organizando os passos que deverão guiar sua atividade a fim de atingir o objetivo pretendido.

A **monitoração** consiste em controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário. Brown (1987) destaca a importância de se monitorar ou revisar cada procedimento executado, reorganizando estratégias como forma de manter o rumo da ação. Flavell também infere a importância da monitoração num processo metacognitivo, porém considera isso de forma mais abrangente incluindo momentos de planejamento e de

avaliação, vinculando-os a eventos cognitivos, como a recuperação da memória, por exemplo.

Na aprendizagem, a interpretação de Brown representa a revisão dos conhecimentos realizada pelos estudantes no momento em que estão construindo os novos, de modo a poderem avaliar se estão ou não no caminho certo para atingir o objetivo da construção do conhecimento. Essas ações incluem, por exemplo, manter a atenção durante as explicações do professor, de modo a se questionarem permanentemente, se estão ou não entendendo as explicações. De maneira geral, essas ações atuam como alerta aos estudantes sobre possíveis interrupções na construção do conhecimento ou na realização de uma atividade, permitindo que tomem decisões de mudanças a tempo.

Nas atividades experimentais, a monitoração encontra-se associada à ação dos estudantes em relação ao seu planejamento. Ela possibilita que o estudante se mantenha atento aos passos que estão sendo executados e à verificação quanto a haver coerência entre os conhecimentos envolvidos na atividade e os resultados obtidos, remetendo-os ao objetivo proposto. É o momento de refletirem sobre a ação e as decisões que estão sendo tomadas, esclarecendo os equívocos ou reforçando os acertos. Por exemplo, no momento em que os estudantes estão executando o procedimento em uma atividade experimental, percebem que o valor encontrado está distorcido em relação aos demais, retomam a sua medição, ou, ao contrário, verificam a coerência de suas medidas; também quando confrontam o valor encontrado com o discutido na teoria. Tudo isso representa momento de revisão da ação e de avaliação diante de seus conhecimentos e do objetivo pretendido, podendo representar um momento de evocação do pensamento metacognitivo.

A **avaliação** identifica-se com os resultados atingidos em face do fim visado, podendo, eventualmente, ser definida pelos critérios específicos de avaliação. No âmbito escolar, esse é o momento em que os estudantes retomam e avaliam a aprendizagem com o intuito de identificar como a realizaram. Esse momento pode servir para entender o processo de execução da atividade, o conhecimento dela decorrente, ou, ainda, para identificar possíveis falhas no processo. A avaliação representa um olhar crítico sobre o que se fez na forma de autocontrole, que, segundo Hadji (2001), é reflexo das ações e condutas do sujeito que aprende.

Nas atividades experimentais a avaliação encontra-se associada à etapa de conclusão, que, por sua vez, representa o momento final desta

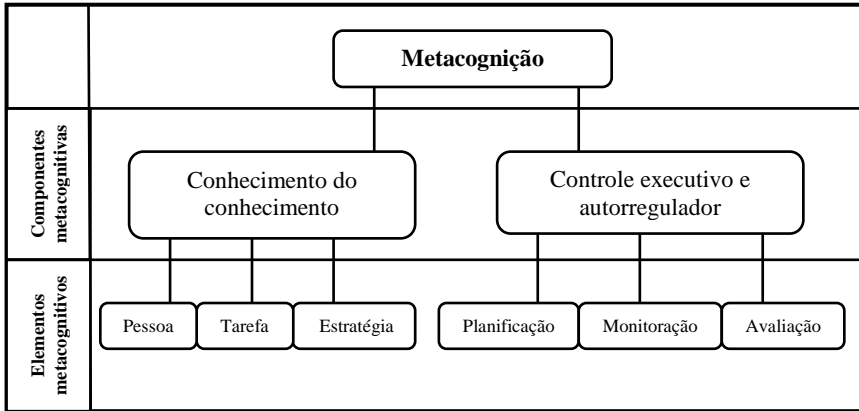
atividade, na qual são indicados os resultados obtidos. Porém, num processo metacognitivo avaliar não se restringe apenas a registrar os resultados finais, mas envolve também confrontá-los com o objetivo pretendido, verificando possíveis equívocos e desvios, sejam operacionais, sejam conceituais. É também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

Os estudantes estão agindo de forma a permitir a evocação de seus pensamentos metacognitivos quando, ao chegar ao final de uma atividade, percebem, por exemplo, a coerência entre os resultados e o objetivo. Também quando se dão conta de que devem rever o executado de modo a identificar possíveis falhas na operação da atividade ou na interpretação de um determinado conhecimento. A percepção de um desvio de medida e sua posterior identificação, ou a coerência das explicações sobre o realizado também representam momentos propícios a essa evocação.

A proximidade das operações inferidas por Brown para a leitura e interpretação de textos com as atividades experimentais de Física, conforme exemplificado, leva a se considerarem tais operações como integrantes do conceito de metacognição assumido para este estudo. Portanto, o conceito de metacognição apoia-se no apresentado por Flavell, mas recorre ao proposto por Brown, ficando assim expresso: *Metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somando ao controle e à orquestração desses mecanismos.* Nesse sentido, o conceito compreende duas componentes: o *conhecimento do conhecimento* e o *controle executivo e autorregulador*.

A definição assumida é a clássica de Flavell, entretanto as componentes desse conceito é que estão sendo interpretadas à luz de distintos referenciais de pesquisa presentes na literatura. Para a componente conhecimento do conhecimento estão sendo consideradas as variáveis apresentadas por Flavell e Wellman em seus estudos sobre memória (pessoa, tarefa e estratégia), ao passo que para o controle executivo e autorregulador consideram-se as operações executivas decorrentes do detalhamento de Brown nos estudos sobre leitura e interpretação de textos (planificação, monitoração e avaliação).

Para efeitos de compreensão neste texto, estabelece-se que as variáveis, assim como as operações, são identificadas como elementos metacognitivos. Por conseguinte, o conceito de metacognição envolve duas componentes e seis elementos metacognitivos, representados esquematicamente no quadro a seguir.



Quadro 2: **Componentes e elementos metacognitivos.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2007.

O quadro mostra os elementos metacognitivos especificados ao longo desta seção e que serão considerados como atributos do modelo proposto para as atividades experimentais metacognitivas a ser apresentada no capítulo três. A definição apresentada poderia, a princípio, levar diretamente à proposta, porém outros aspectos se fazem pertinentes, pois são considerados marcos teóricos subjacentes ao conceito de metacognição em sua aproximação com as atividades experimentais. Tais aspectos, que perpassam este estudo, serão discutidos a partir deste ponto.

Ainda por conta dos estudos de Brown e colaboradores, encontra-se a possibilidade de que o pensamento metacognitivo seja automatizado nos sujeitos, na forma de “piloto automático”¹. No entender de Brown (1987), a utilização do pensamento metacognitivo pode se tornar automático nos sujeitos com o passar do tempo. É o caso, mencionado pela autora, dos leitores que aplicam conhecimentos e estratégias metacognitivas mesmo sem se darem conta de que o estão fazendo e os usam de forma automática.

Esse automatismo leva a outro aspecto discutido na literatura e igualmente destacado por Brown: a metacognição encontra-se no plano da consciência ou no inconsciente do sujeito? Mesmo sem ser este o foco da tese, relata-se, sucintamente, como forma de ilustrar a polêmica existente, que Brown, em artigo de 1980, assume que a metacognição se refere ao controle consciente e deliberado das próprias ações cognitivas,

¹ *Automatic pilot.*

distinguindo a cognição inconsciente e automática da metacognição consciente e deliberada. Posteriormente (1981), a autora e colaboradores reconheceriam a existência de processos cognitivos mais inferiores da consciência e que se caracterizam pela rapidez e automatismo, sem, por isso, deixar de ser processos inteligentes, relacionando-os à metacognição. No artigo de 1987 a autora permanece com a definição de metacognição como algo relacionado ao plano da consciência, mas adverte que se trata de tema complexo e difícil de ser esclarecido. (1987, p. 106).

Flavell (1984), à frente desse debate, manifesta-se destacando que é excessivamente limitado considerar a metacognição apenas em termos dos processos e conhecimentos estritamente conscientes. Entretanto, sua definição sobre metacognição (1976, 1979, 1999²) continua a se referir a um processo que envolve consciência do pensamento e regulação de tais processos.

O posicionamento de Mayor, Suengas e González Marqués (1995) reitera o exposto por Brown e mostra que a consciência se apresenta em diferentes níveis na mente do sujeito. Esses níveis de consciência com diferentes funções vão desde os mais baixos, relacionados a uma consciência mais vaga e meramente funcional, a uma consciência mais alta, vinculada à consciência reflexiva e penetrante, ou seja, a metacognição pode aparecer nesses diferentes níveis da consciência, sendo, portanto, um processo consciente que aparece em seus distintos níveis.

Autores como Sternberg (2000) relacionam esse nível de consciência mais baixo a uma pré-consciência, explicando que se pode processar ativamente a informação no nível pré-consciente, sem que se esteja consciente do que se está fazendo. O autor chama a atenção para a distinção entre um processamento controlado e um automático quando da execução de uma tarefa. Por controlado entendem-se os de natureza sequencial, voluntários e sob controle consciente; por automáticos, os relativamente rápidos, de natureza paralela e, na sua maior parte, fora do controle consciente (STENBERG, 2000, p. 106). Aqui se volta ao aspecto inicial desta discussão: ao considerar que a metacognição pode ser automatizada, estaria sendo considerada fora do plano da consciência?

Considerando que a questão não tem resposta unânime na literatura, infere-se que, em termos de um processo de intervenção didática como o desta tese, é preciso considerar a metacognição como

² Obra escrita em conjunto com Miller e Miller.

algo presente no plano da consciência, uma vez que o desejo é provocar uma reflexão nos estudantes sobre seus conhecimentos, remetendo-os a uma ação pautada na identificação consciente dos passos executados. Lafortune e Saint-Pierre (1996) identificam os processos metacognitivos como estando mais no nível da consciência quando se trata de aprendizes novatos e, no caso dos *experts*³, no inconsciente. Nestes últimos a metacognição voltaria ao plano da consciência à medida que novos acontecimentos surgissem e exigissem ações não previstas por eles. Todavia, chamam a atenção para o fato de que, no contexto educacional, é pertinente salientar que o interesse fica por conta da metacognição no plano da consciência.

A polêmica apresentada não é a única que rodeia a metacognição, pois o próprio conceito se mostra difuso na literatura, conforme já mencionado, carecendo de recortes e aproximações com o objeto de estudo. Para ilustrar essa polissemia, apresentam-se na continuidade alguns exemplos.

1.2.3 Polissemia do termo “metacognição”

Os diferentes campos em que o termo “metacognição” vem sendo utilizado acabam por aliá-lo a rudimentos que imprimem significados específicos e próprios de cada autor ou área do conhecimento envolvido. Essa divergência de interpretações leva a que autores como Weinert a considerem um termo de segunda ordem: “Metacognição é cognição de segunda ordem: pensamentos sobre pensamentos, conhecimento sobre conhecimento ou reflexões sobre as ações. Entretanto, os problemas aumentam quando alguém tenta, aplicando esta definição geral, especificar os exemplos” (WEINERT, 1987, p. 9, tradução nossa). São essas aplicações que estabelecem as divergências encontradas na literatura, exemplificadas na continuidade pelas interpretações de Noël (1991) e Mayor, Suengas e González Marqués (1995).

Noël (1991) atribui três etapas à metacognição: tomada de consciência, julgamento e regulação dos mecanismos cognitivos. A

³ O termo *expert* ou “especialista” é apontado nas pesquisas em metacognição como o sujeito que retém as características corretas da situação problema, que seleciona estratégias adequadas e as utiliza de maneira certa, ou, mesmo, considera-se aquele que aprende de forma mais eficiente, apresentando maior facilidade na apropriação dos conhecimentos. Em contrapartida, tem-se o “novato”, como aquele que ainda não atingiu o nível de compreensão desejada.

primeira está relacionada à identificação pelo sujeito de suas capacidades cognitivas; a segunda caracteriza-se pelo julgamento explícito ou não de suas capacidades para realizar a atividade cognitiva; a terceira refere-se à decisão que o sujeito pode tomar, ou não, de modificar seus conhecimentos em razão do julgamento estabelecido anteriormente (julgamento metacognitivo). A proposição de Noël não difere de forma significativa do entendimento de Flavell, a não ser pelo fato de que a autora define que a metacognição se refere a três etapas, distinguindo o julgamento da tomada de decisão do conhecimento sobre o próprio conhecimento e não apresentando esses dois como integrantes de uma mesma componente. A implicação é que a metacognição pode se limitar a cada uma das etapas e não constituir as demais; porém, mesmo assim o processo estaria caracterizado como metacognitivo, diferentemente de Flavell, que julga ser um processo metacognitivo quando esse pensamento se faz presente em toda a componente.

O entendimento de Mayor, Suengas e González Marqués (1995) agrega à definição proposta por Flavell a autopoiese, identificando-a com o processo de adaptação dos seres vivos diante das experiências vividas, conforme proposto por Maturana e Varela (1980) e mencionado pelos autores acima citados. Para eles a metacognição é entendida como uma atividade caracterizada pela tomada de consciência e pelo controle executivo, acrescido da componente autopoiese. Esta se encontra associada à capacidade autoconstrutiva e auto-organizada dos sujeitos, emergente das construções estruturais e funcionais proporcionadas pela interação do indivíduo com o ambiente. Logo, aquilo que acontece com o ser humano num dado momento depende de sua estrutura naquele momento, das percepções que essas estruturas permitem capturar. As construções efetuadas pelos e nos sujeitos são de âmbito cognitivo e, no entender de Mayor, Suengas e González Marqués, decorrem de um mecanismo metacognitivo. Assim, o conceito de metacognição englobaria o de autopoiese.

Ribeiro (2003) salienta que a problemática da polissemia acerca do termo metacognição conduz à reflexão sobre dois aspectos. O primeiro refere-se à dificuldade de distinguir o que é meta e o que é cognição, que no seu entender pode ser resumido adotando-se a clássica definição de metacognição como o conhecimento do próprio conhecimento, a sua avaliação, a regulação e a organização dos processos cognitivos, ao passo que a cognição se restringe às representações dos objetos, fatos e informações provenientes do meio. O segundo aspecto mencionado pela autora refere-se à utilização de um

termo simples para uma problemática complexa, o que promove uma diversificação de sua utilização nos estudos da psicologia cognitiva.

A despeito da diversidade de definições para o termo “metacognição”, observa-se, claramente, que um núcleo em torno do conceito de metacognição se mantém fixo, relativo ao controle cognitivo exercido por um conjunto capacitado de mecanismos internos que permitem armazenar, produzir e avaliar informações, assim como controlar e autorregular o próprio funcionamento intelectual, remetendo sua compreensão às especificidades da psicologia cognitiva.

1.3 Metacognição na psicologia cognitiva

Como a metacognição se encontra vinculada ao pensamento e à reflexão sobre o próprio pensamento, bem como à identificação dos mecanismos que possibilitam ao sujeito compreender como se compreende determinado conhecimento, entende-se que essa decorre dos estudos da psicologia de orientação cognitivista. Nesta, diferentes teorias concorrem para explicar os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem, dentre as quais, e por considerar a proximidade com a metacognição e as atividades experimentais, destacam-se as teorias de Piaget e Vygotsky.

Na sequência expõem-se essas duas teorias tendo como recorte a identificação da metacognição em cada uma. Outras abordagens dentro da psicologia cognitiva vinculadas a como ocorre a aprendizagem igualmente se reportam ao pensamento de natureza metacognitiva, principalmente em termos da conscientização dos mecanismos que favorecem essa aprendizagem, como é o caso da teoria de Ausubel. Entretanto, por questões de limitação do texto, restringe-se esta discussão às correntes de Piaget e de Vygotsky, marcos teóricos frequentemente utilizados nas pesquisas em ensino de Física.

1.3.1 Esboços da metacognição em Piaget

Piaget afirma que a aprendizagem decorre do desenvolvimento cognitivo do sujeito e que tem início a partir do individual, das estruturas cognitivas de cada indivíduo, indo em direção ao social. Ao investigar o desenvolvimento dessas estruturas mentais (cognitivas) do

sujeito, Piaget voltou-se para sua compreensão como aquele que busca o conhecimento, ou seja, o sujeito epistêmico. A questão central encontra-se em explicar o desenvolvimento da inteligência humana, ou seja, como se passa de um nível de conhecimento menor para um nível de conhecimento maior. Nessa busca, quatro conceitos são considerados básicos (esquemas, assimilação, adaptação e equilíbrio) e, juntamente com os períodos ou estágios do desenvolvimento cognitivo, fundamentam sua posição.

O primeiro conceito é o de esquemas, representando as estruturas cognitivas pelas quais os sujeitos se adaptam e se organizam num dado meio, sendo modificados à medida que ele se desenvolve. Quando crianças, há um número de esquemas que vai aumentando conforme ela cresce, tornando-se generalizados e diferenciados uns dos outros.

O segundo conceito, e vinculado ao de esquemas, é o de assimilação, definido por Piaget como “uma integração a estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação” (1996, p. 13). Em outras palavras, a assimilação representa a iniciativa da interação do sujeito com o objeto, sendo entendida como a aplicação do que já sabe proveniente dos seus esquemas. Ao entrar em contato com o objeto do conhecimento, a pessoa abstrai informações que são interpretadas ou assimiladas. Por isso, o processo de assimilação pode ser dito contínuo, representando o processo pelo qual o sujeito cognitivamente se adapta ao meio e o organiza.

O terceiro conceito é o de acomodação, relacionada às operações cognitivas do sujeito e entendida como “toda modificação dos esquemas de assimilação sob influência de situações exteriores (meio) aos quais se aplicam” (PIAGET, 1996, p. 18), ou seja, é a criação de novos esquemas ou a modificação dos antigos diante de uma nova informação, decorrendo do processo de assimilação. Essa questão leva a que se diga que sem assimilação não há acomodação e que, da mesma forma, não há acomodação sem assimilação, o que mostra que o meio não provoca apenas registros ou cópias dos objetos, mas desencadeia na estrutura cognitiva do sujeito ajustes ativos.

Entre a assimilação e a acomodação encontra-se o quarto conceito selecionado, referindo-se à equilíbrio, o qual representa a adaptação à nova situação. O desenvolvimento das estruturas mentais do

sujeito ocorre em uma constante busca por equilíbrio, ou seja, adaptação dos esquemas derivados do mundo exterior.

O processo de desenvolvimento das estruturas mentais é entendido como algo que se reconstrói ao longo do desenvolvimento do sujeito por meio da sucessão de diferentes estágios ou períodos, a saber: (1) período sensório-motor, que vai do nascimento aos dois anos, no qual se inicia o processo de construção de esquemas para tentar assimilar mentalmente o que ocorre em sua volta; (2) período pré-operatório, dos dois aos sete anos, concebido como fase de preparação para as operações concretas; (3) período operatório concreto, dos sete aos onze anos, representando o momento em que as crianças adquirem operações, as quais são sistemas de ações mentais internas que fundamentam o pensamento lógico; (4) período operatório-formal, que vai dos onze aos quinze anos, no qual as operações mentais vão do concreto ao abstrato, podendo o indivíduo entender conceitos altamente abstratos e resolver seus próprios problemas.

No detalhamento desse modelo de como ocorre o desenvolvimento cognitivo e a conseqüente aprendizagem, Piaget evidencia a metacognição, mesmo sem mencioná-la explicitamente, em, pelo menos, três momentos atrelados aos conceitos anteriormente identificados: tomada de consciência, abstração e autorregulação.

Para Piaget (1978, p. 197), a **tomada de consciência** representa um esquema de ação que se transforma num conceito, consistindo, portanto, essencialmente, numa conceituação. Detalhando, o autor aponta que isso ocorre mediante a intervenção do mecanismo das regulações. Para tanto, infere a existência da relação entre consciente e inconsciente, na qual o primeiro vincula-se aos objetivos e fins de uma ação intencional, e o segundo, aos meios e procedimentos utilizados para atingir as metas. É a lei periferia-centro: a periferia representa o externo, estando no plano da consciência do sujeito; o centro, o interno, podendo ser inconsciente no sujeito. A direção periferia-centro é dada pela tomada de consciência, que não se restringe a uma simples observação sem, contudo, modificar os esquemas do sujeito, consistindo numa conceituação propriamente dita, nas palavras de Piaget, “[...] numa passagem da assimilação prática (assimilação do objeto a um esquema) a uma assimilação por meio de conceitos”. (1978, p. 200).

A tomada de consciência não ocorre de forma simples e imposta por um mecanismo; ao contrário, é recorrente de construções e reconstruções, que garantem, ao mesmo tempo, a conservação e a mudança na estrutura cognitiva do sujeito, favorecendo o surgimento de um nível de consciência cada vez mais sofisticado até atingir a

conceitualização, que se caracteriza como o nível mais elevado de consciência.

Com relação à identificação da metacognição, Doly (1999) cita que se mostra presente quando, por exemplo, uma criança passa de uma inteligência que “tem êxito”, mas que ainda é inconsciente, para uma inteligência formal, na qual é capaz de proceder a escolhas e justificar as estratégias selecionadas, assim como compreende o que fez e por que fez. Nesse processo, em razão da tomada de consciência, a criança descontextualiza e depois conceitualiza a ação, o que leva à abstração das relações lógicas e de outros conhecimentos que nela estavam contidos, sem que ela o soubesse de começo. A metacognição, nesse processo de descontextualizar e depois conceitualizar, acompanhado pela tomada de consciência, aparece cada vez que houver um recuo em relação à ação para que essa possa ser analisada, compreendida e reutilizada posteriormente pelo sujeito.

A **abstração** a que Doly se refere também pode ser identificada com o pensamento metacognitivo. A abstração, sendo entendida como o resultado da assimilação do conhecimento, permite ao indivíduo extrair determinadas propriedades do objeto (abstração empírica) e das próprias ações (abstração reflexionante). É o último dos quatro estágios de desenvolvimento cognitivo, correspondendo à adolescência (onze aos quinze anos) e tem como característica a possibilidade de que a análise de situações problema possa ser considerada a partir de diferentes perspectivas. Segundo Piaget, este é o momento em que o sujeito apresenta condições de passar do pensamento proposicional para o formal, considerado como o pensamento sobre o pensamento. Para Flavell, Miller e Miller (1999), nesta etapa, o adolescente possui uma capacidade extra para selecionar estratégias de solução de problemas, regular suas atividades, assim como monitorar sua eficácia para outras atividades vitais de gerenciamento. Portanto, a abstração encontra-se vinculada ao pensamento metacognitivo enquanto capacidade de reflexão sobre o pensamento e regulação da ação. Conforme os autores, “[...] pode-se dizer que o pensamento operatório formal piagetiano é de natureza metacognitiva porque envolve pensar sobre proposições, hipóteses e possibilidades imaginadas – todos objetos cognitivos”. (1999, p. 126).

A **autorregulação** é o terceiro aspecto a ser identificado com o pensamento metacognitivo, que na acepção piagetiana se encontra situado entre a assimilação de um dado estímulo e a acomodação deste, ou seja, para Piaget a equilibração é um processo autorregulador, presente em todos os períodos do desenvolvimento cognitivo. É

entendida como as compensações ativas do sujeito diante de perturbações cognitivas, as quais dependem da ação desse sujeito sobre as perturbações externas e das ações provocadas por estes distúrbios no sujeito. Nessa acepção, a autorregulação representa o processo de reflexão do sujeito na construção do conhecimento, por isso entendido como metacognitivo.

Para Garcia a metacognição encontra-se fundamentada nos mecanismos de autorregulação conscientes do sujeito, conforme apregoado por Piaget. O autor compartilha do exposto anteriormente, identificando, igualmente, que a tomada de consciência, a abstração e a autorregulação são os momentos em que os processos metacognitivos são explicitados por Piaget, especificando que

as estratégias empregadas para resolver um determinado problema ou para alcançar um objetivo específico, se encontram no plano da ação; neste ponto se pode resolver o problema ou alcançar o objetivo, porém não se sabe como se fez, não se é consciente dele. Para fazê-lo consciente é necessário reorganizar ou construir novos esquemas no plano da conceitualização, de tal maneira que quando falamos da metacognição o estamos fazendo no plano da conceitualização e no das abstrações reflexionantes e isto é o que permite reflexionar sobre o que se tem feito, sobre o conhecimento que se tem e realizar a autorregulação consciente. (2003, tradução nossa).

Em termos das atividades experimentais em Física e diante das discussões da teoria de Piaget, menciona-se que o autor apontou a importância dessas atividades desde a idade pré-escolar como forma de estimular o desenvolvimento sociomotor e cognitivo das crianças. Destacou a importância do trabalho em grupo como forma de cooperação, a manipulação de materiais, a realização de jogos educativos etc., tudo não apenas com o intuito de desenvolver e fomentar a curiosidade dos estudantes, mas como contribuição para o desenvolvimento da consciência reflexiva. Fundamentando a importância do ensino experimental para o desenvolvimento da criança, Piaget chama a atenção que desde os três anos as crianças deveriam ser submetidas a um ensino de Ciências com base numa metodologia ativa e

manipulativa de materiais simples, envolvendo noções gerais e básicas relacionadas com o dia a dia, como são as de ser vivo, força, velocidade etc. Cada estudante, na visão do autor, deve ser submetido, desde a escola primária, a um ensino que lhe permita procurar soluções para questões práticas por meio de experiências, refletindo ao mesmo tempo sobre os procedimentos efetuados por ele e pelos seus colegas.

Quando se trata de estudantes mais velhos, como os do Ensino Médio, é importante que se tenha em mente que eles, na perspectiva piagetiana, estariam no período operatório-formal, apresentando condições de operar de forma abstrata, não se limitando à manipulação de materiais concretos. A capacidade de abstração desse período é regida pelas condições de passar do pensamento proposicional para o formal, no qual o pensar sobre o que já se sabe, sobre seus próprios pensamentos, torna-se mais acentuado. As atividades experimentais desenvolvidas nessa etapa podem atuar como mecanismos que favoreçam aos estudantes fazer abstrações que lhes permitam o raciocínio hipotético-dedutivo, mostrando-lhes que o concreto (presente nas etapas anteriores) é apenas uma das formas de operar sobre a realidade, mas que o conhecimento depende da combinação de diferentes formas, incluindo-se aí as relacionadas à reflexão sobre seus próprios saberes. Assim, a atividade experimental representa a oportunidade de os estudantes observarem de forma direta os fenômenos físicos, sem, contudo, limitar-se a sua manipulação, levando a exercer seu pensamento sobre o que está acontecendo. É o pensamento regido pela capacidade de pensar sobre o que se sabe e como se sabe (conhecimento do conhecimento).

Além disso, essa etapa é apontada por Piaget como aquela em que o estudante se encontra propenso a resolver problemas de forma a utilizar sua abstração. A superação de desafios na forma de resolução de problemas propostos pelas atividades experimentais exige dos estudantes a utilização de estratégias, de regulação das ações, bem como seu monitoramento da eficácia e, igualmente, da avaliação dos processos utilizados e dos resultados encontrados, ou seja, é favorecido pelo controle executivo e autorregulador, conforme proposto por Flavell.

Por fim, percebe-se que, na concepção piagetiana, a metacognição atua como elemento favorecedor da aprendizagem. A análise mostrou a importância do papel ativo do estudante na construção dos conhecimentos e que as atividades experimentais são propícias a exercitar as estruturas de pensamento disponíveis nos estudantes de Ensino Médio. Entretanto, há outras possibilidades de ocorrer essa aproximação, como a decorrente da teoria de Vygotsky.

1.3.2 Metacognição em Vygotsky: do social ao individual

Vygotsky, ao investigar o desenvolvimento cognitivo, relatou que resulta da interação mútua entre o sujeito e o meio sociocultural com que mantém contatos sociais regulares. Para ele, a aprendizagem é iniciada em um plano social, a partir do qual chega ao plano individual. É importante destacar que Vygotsky, ao mesmo tempo em que reconhece o ser humano como ser social, também o faz na perspectiva biológica.⁴

Santos (2003) assinala que os principais aspectos dessa teoria podem ser resumidos em três: a) crença no método genético ou evolutivo; b) tese de que os processos psicológicos superiores têm sua origem nos processos sociais; c) tese de que os processos mentais podem ser entendidos por meio da compreensão dos instrumentos e dos signos que atuam como mediadores.

Os processos mentais são entendidos na sua totalidade, pelas suas inter-relações, o que significa que não se pode analisar o processo de construção do conhecimento apenas no plano individual (intrapsicológico), mas se deve vê-lo também no plano das interações sociais, envolvendo a linguagem e o funcionamento interpsicológico. Conforme Rego (1996), o desenvolvimento cognitivo é influenciado pelas experiências do indivíduo, de modo que cada um dá significado particular às suas vivências. O modo de cada um apreender o mundo é individual e o papel do outro na construção do conhecimento é de maior relevância, já que o que o outro diz é constitutivo de conhecimento.

Diferentemente de Piaget, Vygotsky volta-se mais à questão da aprendizagem, a qual identifica como sendo de influência mútua ao desenvolvimento, não como decorrência dele, como o primeiro o fez. Nesse processo, Vygotsky elenca aspectos que influenciam na aprendizagem e que podem ser identificados como metacognitivos. É válido ressaltar que o autor não menciona de forma explícita o termo,

⁴ Na perspectiva de Vygotsky, o ser humano, assim como os demais animais, nasce com funções psicológicas elementares (memória, percepção e atenção involuntária) que são instintivas e fazem parte do aparato biológico. Com a mediação cultural, o ser humano vai realizando aprendizagens que o levam à constituição das funções psicológicas superiores (funções psíquicas superiores ou processos mentais superiores), tais como atenção voluntária, memória lógica, percepção, abstração, raciocínio lógico, capacidade de planejamento, formação dos conceitos etc., que são específicas do ser humano, diferenciando-se dos demais seres.

contudo reporta-se a ele em diferentes momentos de sua teoria, cujos pontos estão expostos a seguir.

A interação social assume papel de grande relevância no processo de desenvolvimento cognitivo do sujeito, ou seja, o desenvolvimento pleno do ser humano vai depender, na visão de Vygotsky, do aprendizado que o sujeito realiza num determinado grupo cultural, a partir da sua interação com os outros indivíduos. Esse processo é salientado por Moreira como “[...] veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído”. (1999, p. 112).

A interação social, na perspectiva vygotskyana, é enfatizada a partir da dialética estabelecida entre indivíduo e sociedade, por meio da linguagem e da cultura, sendo, pois, fundamental para a interiorização do conhecimento, ou para a transformação dos conceitos espontâneos (cotidianos) em científicos⁵ – pelo processo de tornar intrapessoal o que antes era interpessoal. Em Vygotsky, a interação permeia todos os seus conceitos, de tal modo que atividades consideradas como componentes do mundo interior do homem passam a ter caráter social e cultural; os processos intrapessoais são, antes, obrigatoriamente, interpessoais, ou seja, adquiridos pela interação social.

A presença do pensamento metacognitivo na interação social vygotskyana é estabelecida em seus diferentes conceitos, sendo identificado de forma mais significativa em três deles: zona de desenvolvimento proximal, mediação e linguagem. Ao descrever esses três processos, bem como o de interação social, em sua magnitude, Vygotsky se reporta aos mecanismos autorregulatórios do pensamento, evidenciados pela capacidade do sujeito de retomar suas ações de forma consciente e buscar alternativas que possibilitem controlar sua ação ou seu pensamento.

A **zona de desenvolvimento proximal**, considerado um dos mais clássicos e importantes conceitos de Vygotsky, é entendida como

⁵ Para Vygotsky (1999b), conhecimento *espontâneo* (cotidiano) é aquele adquirido no dia a dia, fora do ambiente escolar, de forma não sistematizada, e conhecimento *científico*, aquele adquirido de forma sistematizada e intencional, por metodologias específicas no ambiente escolar.

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. [...] A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão presentemente em estado de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. (VIGOTSKI, 1999a, p. 112-113, destaque do autor).

A zona de desenvolvimento proximal, conforme definido por Vygotsky, remete à metacognição, pois é ela que vai fornecer os mecanismos para promover as estratégias de aprendizagem que permitirão a ascensão do estudante para o nível almejado – zona de desenvolvimento potencial. De fato, quando o aprendiz se encontra na zona de desenvolvimento proximal, deverá tomar consciência daquilo que já sabe e pôr em ação seus mecanismos internos para visualizar o fim e, assim, proceder à autorregulação de suas atividades de forma autônoma ou mediada. Conforme descrito por Doly,

o sujeito pode utilizar aquilo que já sabe, o que ainda é apenas intuitivo, “embrionário” como diria Vygotsky, que é capaz de apreender os dados e representar o fim a atingir para poder comprometer-se numa dinâmica de resolução e pôr ele próprio em ação os processos de autorregulação ou ser neles ajudado por um tutor. (1999, p. 30, destaque da autora).

Vygotsky (1999a) mostra que a existência de zonas de desenvolvimento proximal favorece o aparecimento de funções que ainda não estão completamente desenvolvidas no sujeito, como é o caso das funções psíquicas superiores. O funcionamento do cérebro humano fundamenta-se na proposição dessas funções psíquicas superiores, sendo

constituído, ao longo da história social do sujeito, na sua relação com o mundo, mediada por instrumentos e signos⁶.

Os instrumentos e signos característicos do processo de **mediação** atuam como mediadores da internalização das construções sócio-históricas e culturais. A combinação do uso de instrumentos e signos é característica apenas do ser humano e permite o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. O desenvolvimento dessas funções passa por uma fase externa, regida pela interação deste indivíduo com o mundo, que ensina os saberes e também como os construir e utilizar, ou seja, a autorregulação. Durante o seu desenvolvimento, o sujeito internaliza formas de comportamento, num processo que vai do interpessoal ao intrapessoal, todo ele acompanhado pelo processo de autorregulação. “O que a criança aprende pela interação são competências, entre as quais as competências metacognitivas e de autorregulação e também saberes, isto é, uma cultura”. (DOLY, 1999, p. 32, destaque nosso).

Nesse processo, a **linguagem** exerce papel determinante, uma vez que permite chegar à consciência da aprendizagem. Bruner (1987) lembra que a linguagem não é um instrumento vulgar, mas entra na própria constituição do pensamento e das relações sociais. É a linguagem que confere à criança certa autonomia para saber e para controlar suas atividades; é o instrumento privilegiado da transferência das competências metacognitivas, porque desempenha duas funções simultâneas: representação e comunicação.

A linguagem inicia na interação da criança com os outros (função interpessoal), sendo interiorizada e levando-a a buscar as soluções para seus problemas em si mesma, transformando a linguagem num processo intrapessoal, ou seja, a criança passa da regulação para a autorregulação de suas atividades. Nesse sentido, cabe ressaltar que a internalização, que permite a passagem do interpessoal para o intrapessoal, é um processo de reconstrução e transformação ativa do sujeito sobre o objeto ou atividade.

Conforme destaca Garcia,

⁶ Por instrumentos, Vygotsky entende o instrumento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando possibilidades de transformação da natureza. Os signos são entendidos como instrumentos psicológicos que agem no controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas (OLIVEIRA, 1999). Os instrumentos são ferramentas que servem para transformar os objetos, e os signos são as ferramentas que provocam transformações no sujeito. (SANTOS, 2003).

o processo de internalização é gradual e envolve o passo de controle e guia, por parte de uma pessoa *expert*, ou novata, das atividades ou estratégias que levam à realização de uma tarefa, tendo como passo intermediário um momento no qual tanto o *expert* como o novato compartilham o controle dos processos cognitivos envolvidos na resolução do problema. (Watsch, 1988). É neste processo quando podemos falar do passo de regulação, porém outros da autorregulação das atividades, processo que envolve a metacognição. (2003, tradução nossa).

Em termos do processo ensino-aprendizagem e com relação à internalização concreta e verdadeira de um conceito, Vygotsky afirma que, após trabalhar com o aluno, explicando-lhe o conteúdo, dando-lhe informações, questionando-o, corrigindo-o, o professor pode solicitar que ele explique o conceito desenvolvido em aula. Desse modo, conseguirá detectar se, de fato, ele se apropriou do conceito. Ao retomar seu pensamento e formular explicações – sendo essa a essência do mecanismo de internalização – o estudante é capaz de rever seus conhecimentos específicos, ao mesmo tempo em que revisa as estratégias que lhe permitiram construir esse conhecimento. Essa reflexão permite-lhe ativar os mecanismos autorregulatórios, pondo em ação a metacognição.

Conforme Mayor, Suengas e González Marqués, Vygotsky salienta a importância da autorregulação na aprendizagem, identificando-a como a segunda fase do desenvolvimento:

Numa primeira fase, adquire-se conhecimento e se resolve problemas de uma maneira automática; na segunda, mediante ações conscientes dirigidas a uma meta, a pessoa emprega estratégias para recordar e usar o que necessita para resolver problemas, o qual lhe dá um maior controle sobre seu conhecimento cognitivo. (1995, p. 103, tradução nossa).

É nesse momento que os mecanismos autorregulatórios entram em ação, pois é na capacidade do sujeito de retomar suas ações de forma consciente e buscar mecanismos que permitam um controle ativo sobre elas, com o objetivo de atingir os propósitos iniciais, de alcançar as metas, que o desenvolvimento das estruturas mentais se realiza.

Na perspectiva das atividades experimentais, a teoria de Vygotsky assinala a importância dessas ao salientar o papel da interação social na construção dos conhecimentos, como favorecedora do desenvolvimento das funções psíquicas superiores, em especial das operações sensorio-motoras e da atenção. No entender de Vygotsky, isso possibilita que os estudantes não apenas conheçam o mundo pelos seus olhos, mas também por meio da linguagem e de todos os sistemas simbólicos com que se comunicam com o mundo.

Tais aspectos vêm subsidiando estudos que remetem as atividades experimentais (laboratório didático) à teoria vygotskyana, conforme destacado por Gaspar (1993) e Rosa (2001, 2004). Nesses estudos, Vygotsky tem sido utilizado como referencial teórico para a afirmação de que o laboratório se constitui em local favorável à aprendizagem em Física, basicamente salientando os três aspectos identificados como metacognitivos em sua teoria, ou seja: pela possibilidade de que as atividades favoreçam a troca entre os estudantes, permitindo o seu avanço dentro da sua zona de desenvolvimento proximal; pelo papel de mediador exercido pelo professor, superando a posição de detentor e repassador de saberes; e por representar atividades em que a linguagem é facilitada, favorecendo que o conhecimento passe do intra para o interpessoal.

A exposição sobre Piaget e Vygotsky mostrou que, para o primeiro, a metacognição (autorregulação) vincula-se ao desenvolvimento cognitivo, ao passo que, para o segundo, refere-se aos acontecimentos simbólicos que mediam essa aprendizagem, voltando-se mais aos aspectos sociais. Entretanto, seja pela compreensão de Piaget, seja pela de Vygotsky, ou dos cognitivistas em geral, o indivíduo é entendido como um ser epistêmico e cognoscente, isto é, um sujeito que pensa e que é capaz de se estruturar (e reestruturar) pela sua própria ação. Essa capacidade é regida pela tomada de consciência do sujeito sobre seus conhecimentos e a posterior regulação de suas ações.

1.4 Metacognição e afetividade

A identificação da afetividade como integrante da metacognição ou constituinte de domínios distintos é discutida na literatura. Entretanto, as pesquisas educacionais têm buscado tratar cada uma de forma distinta, salientando a sua proximidade, sem, na maioria das vezes, explorar as duas temáticas simultaneamente. A aproximação entre ambas leva a dificuldade na delimitação do que pertence a que domínio. Pinheiro exemplifica essa dificuldade e a divergência entre os pesquisadores ao assinalar:

Aspectos discutidos como pertencentes à dimensão afetiva são considerados por alguns autores como elementos do domínio metacognitivo. É o caso da atribuição, ou seja, da interpretação que um estudante faz de seu comportamento, ou de outra pessoa, devido a causas internas e/ou externas. Para Martin e Briggs (1986), assim como para Lafortune e Saint-Pierre (1998), a atribuição é um dos elementos do domínio afetivo, enquanto que para Schoenfeld (1987) ela é classificada como um elemento do domínio metacognitivo. Outros autores, como Paris e Winograd (1990), sugerem a ampliação do conceito de metacognição de modo a incluir as características afetivas. Isto porque consideram difícil delimitar o que pertence a cada domínio. (2003, p. 73).

Lafortune e Saint-Pierre (1996), por exemplo, ao refletirem sobre modelos de intervenção em aulas de Matemática, apontam aspectos de ordem afetiva e metacognitiva como importantes no sucesso dos estudantes, considerando que, embora geralmente tratados de maneira distinta, na prática é difícil afastar tais aspectos. Em termos metacognitivos, as autoras mencionam a importância do conhecimento sobre as pessoas, sobre as tarefas a executar e sobre as estratégias, sem, contudo, deixar de ressaltar a estreita ligação que deve haver entre os conhecimentos específicos da disciplina e os de ordem metacognitivas,

destacando que, sem um, o outro não existe e que, além desses, há os de ordem afetiva subsidiando todo o processo.

No entender dessas autoras, apoiando-se no trabalho de Martin e Biggs (1986), a dimensão afetiva é composta pelas “atitudes e os valores, o comportamento moral e ético, o desenvolvimento pessoal, as emoções (entre as quais, a ansiedade) e os sentimentos, o desenvolvimento social, a motivação e, finalmente, a atribuição” (1996, p. 30). E acrescentam a confiança em si mesmo, atribuindo um papel de “primeiro plano na aprendizagem”. Tais aspectos, para as autoras, são considerados integrantes do processo de construção do conhecimento, mas não únicos, tendo os elementos metacognitivos significativa importância no processo. Destacam ainda que não há fronteiras bem definidas entre os domínios afetivos, cognitivos e metacognitivos, de modo que o indivíduo passa de um domínio para outro de forma inconsciente na maior parte do tempo, e é pela utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas que se torna possível realizar o controle das ações. (1999, p. 40).

Outra questão importante mencionada pelas autoras é a possibilidade de que as questões afetivas não estejam sendo consideradas pelos pesquisadores e pelos próprios professores no processo ensino-aprendizagem, em virtude da dificuldade de conceituar e avaliar o comportamento afetivo, ou em razão da crença dos professores de que é impossível atingir objetivos afetivos nas ações pedagógicas.

A subjetividade envolvida na dimensão afetiva recebe atenção de outros autores, que, mesmo diante da falta de clareza, salientam-na como componente que se faz presente na aprendizagem e no ensino, integrada à metacognição. Thorpe (1991), por exemplo, demonstra em seu estudo que a afetividade é decisiva para que os estudantes melhorem seu rendimento escolar. Sua pesquisa em ambiente educacional apontou que estudantes da escola primária que atribuem seu fracasso na aprendizagem à limitação de esforço ou à utilização de estratégias inadequadas acabam melhorando sua eficiência na próxima vez, ao contrário dos que o atribuem ao fato de a atividade ser complexa demais em relação à sua capacidade.

Ugartexea (2001) lembra que o ato de aprender é um ato social, no qual estão envolvidos sentimentos e emoções, de modo que o desempenho intelectual dos estudantes não pode depender única e exclusivamente de aspectos cognitivos, mas envolve também elementos de ordem afetiva. O autor centra suas investigações na componente motivação, entendida como “[...] a causa pela qual o indivíduo aborda a

tarefa, e a mantém como uma atividade cognitiva ampla, à qual destina recursos e um querer definido” (2001, tradução nossa). Em seus trabalhos, enumera três aspectos nos quais identifica a relação entre motivação e aprendizagem: a) a atribuição que o estudante dá à atividade e sua influência nos resultados da aprendizagem; b) as expectativas de êxito estabelecidas desde início da atividade; c) o tipo de motivação que conduz o estudante no processo de aprendizagem.

Mayor, Suengas e González Marqués (1995) mostram que as perspectivas atuais sobre aprendizagem contemplam os aprendizes como responsáveis por dirigir sua atenção à instrução e por construir ativamente as elaborações mentais que darão um significado pessoal ao aprendido. Para isso, os autores mencionam que os estudantes necessitam possuir destrezas cognitivas e metacognitivas adequadas, mas que igualmente são necessárias estratégias motivacionais: “Nunca se pode ignorar o papel da motivação no rendimento cognitivo geral” (1995, p. 83, tradução nossa). Entretanto, lembram que situações que são motivacionais para os professores podem não sê-lo para os estudantes.

Flavell, por sua vez, assinala a importância da relação afetividade-metacognição, mencionando a influência que as experiências metacognitivas, que são de origem afetiva e cognitiva, têm no processo de tomada de consciência sobre o conhecimento pelos sujeitos. Entretanto, o autor não aprofunda seus estudos sobre a temática afetividade, especificamente.

Contudo, por limitações textuais, o presente estudo restringe suas investigações ao campo da metacognição, mesmo ciente de que, em se tratando das atividades experimentais, bem como da própria metacognição, fica difícil descartar componentes afetivas como a motivação, por exemplo.

Ao finalizar este capítulo, salienta-se que nele foi assumido um conceito de metacognição, sendo esclarecidos as componentes (conhecimento do conhecimento e controle executivo/autorregulador das ações) e os elementos metacognitivos (pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação), destacando-se as eventuais aproximações com as atividades experimentais desenvolvidas em Física. Além disso, o capítulo assumiu a metacognição como um mecanismo consciente e intencional em se tratando de um processo didático; fortaleceu sua base na psicologia cognitiva na visão piagetiana e vygotskyana e, por fim, mostrou a relação direta entre a metacognição e a afetividade. Do exposto no capítulo, fica a pergunta sobre sua aproximação com as questões educacionais, particularmente com o

ensino de Física. Quais as possibilidades da utilização da metacognição no ensino das disciplinas científicas, de modo geral, e no ensino de Física, de modo particular? A esta questão se destina o próximo capítulo.

CAPÍTULO 2

METACOGNIÇÃO: APROXIMAÇÕES COM A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

2.1 Introdução

O campo de pesquisas em metacognição apresenta-se amplo e com aplicações específicas para cada área do conhecimento envolvido. As investigações iniciais, mais descritivas, relacionadas a padrões gerais de desenvolvimento da memória e ao modo de recuperar informações retidas nela, expandiram-se para outros campos, conforme lembra Hacker:

O foco sobre os aspectos teóricos da metacognição, os quais dominaram muito da pesquisa metacognitiva desde os anos sessenta, tem recentemente produzido um foco igual na aplicação educacional. Muitos pesquisadores, convencidos da relevância educacional que a teoria metacognitiva tem para professores e estudantes, estão mudando sua atenção de teórica para prática, do laboratório para a sala de aula. (1998, p. 19, tradução nossa).

Particularmente, a despeito da metacognição na sala de aula, autores como Coll (1986), Brown (1978, 1987, 1997), Pozo (1990, 1999), Silva e Sá (1993), Mayor, Suengas e González Marqués (1995), Monereo e Castelló (1997), Monereo (2001), entre outros, apontam que sua presença no processo ensino-aprendizagem dá-se por meio de estratégias de aprendizagem. A esse respeito e mais próximos da educação científica, Campanario e Otero destacam que “a dimensão ativa da metacognição se manifestaria, pois, no uso de *estratégias*”. (2000, p. 163, destaque dos autores, tradução nossa).

O uso de estratégias tem sido apontado como favorecedor de uma aprendizagem significativa ao provocar desafios e oportunidades na qual o estudante mediado pelo professor é levado a construir e

reconstruir seu próprio conhecimento. Particularmente, o processo torna-se mais rico quando tais estratégias de aprendizagem contemplam igualmente as de âmbito metacognitivo, pois levam os estudantes a entender não apenas os conhecimentos específicos, mas também os mecanismos internos que lhe permitiram a construção destes conhecimentos.

As estratégias de aprendizagem metacognitivas, bem como seu emprego no ensino de Ciências, constituem as discussões da primeira seção do presente capítulo. Na continuidade, ele contempla as ferramentas didáticas que propiciam a utilização da metacognição como meio favorecedor da aprendizagem (e do ensino) em Física e as pesquisas que ilustram ações didáticas envolvendo a presença do pensamento metacognitivo nas disciplinas científicas.

2.2 Metacognição e as estratégias de aprendizagem

Com base no entendimento de que a metacognição no contexto escolar associa-se às estratégias de aprendizagem, apresenta-se a presente seção, a qual se destina a, inicialmente, dissertar sobre estratégias de aprendizagem, especificando as de ordem metacognitiva; descrever a presença da metacognição no ensino de Ciências, particularmente nos estudos sobre mudança conceitual e na diferença entre estudantes considerados *experts* e novatos; discutir sua utilização no ensino, enfatizando a importância do professor e, por fim, relatar a polêmica relativa à idade na qual os estudantes estão mais aptos a ativar esse mecanismo de pensamento e a diferença entre estratégias de aprendizagem metacognitivas e aprendizagem autorreguladora.

2.2.1 Das estratégias de aprendizagem às de ordem metacognitivas

Primeiramente, é pertinente definir o que são estratégias de aprendizagem para, a partir dela, localizar as de âmbito metacognitivo. Para isso, percorre-se a literatura especializada, a qual demonstra existir uma variedade de definições para o termo “estratégias de aprendizagem”, decorrente de diferentes interpretações. Dentre essas, na continuidade citam-se algumas que permitem ilustrar a aproximação

entre cognição e metacognição, conforme comentado no capítulo anterior.

Para Weinstein e Mayer (1986), as estratégias de aprendizagem referem-se a comportamentos e pensamentos que o estudante utiliza durante o processo de aprendizagem com o objetivo de influenciar o seu processo de codificação para conceituá-las. No entender de Monereo e Castelló (1997), tais estratégias de aprendizagem representam um processo de tomada de decisões consciente e intencional acerca de que conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais colocar em funcionamento para conseguir alcançar um objetivo de aprendizagem num contexto definido por condições específicas.

Pozo (1999), por sua vez, descreve que as estratégias de aprendizagem são sistemas conscientes de decisões mediadas por sistemas simbólicos. O autor diferencia-as das técnicas, definindo-as como procedimentos que se aplicam de modo controlado, dentro de um plano projetado deliberadamente, visando a um determinado objetivo. As estratégias de aprendizagem podem, segundo Pozo, estar orientadas tanto a organizar e elaborar a informação, como a planejar, monitorar ou regular o próprio pensamento, facilitando a aprendizagem.

Sintetizando, ao mencionar a dificuldade para se encontrar um conceito capaz de dar conta do tema, Figueira reporta-se àquilo que se apresenta de forma mais geral entre os pesquisadores, definindo estratégia de aprendizagem 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 [...] são ações e meios a que o sujeito recorre e que auxiliam e influenciam a aquisição, a retenção e a utilização de conhecimentos, isto é, a aprendizagem. (2006, p. 7).

Independentemente da definição, percebe-se que as estratégias de aprendizagem realçam, em maior ou menor grau, a presença da cognição e da metacognição, possibilitando sua classificação em, no mínimo, dois tipos: estratégias de aprendizagem cognitivas, voltadas a ajudar o estudante a se organizar (elaborar tópicos, sublinhar,

estabelecer redes de conceitos etc.), e as estratégias de aprendizagem metacognitivas, envolvendo o planejamento, a monitoração e a regulação do próprio pensamento.

Ao envolver cognição e metacognição, as estratégias de aprendizagem apontam que os estudantes devem executar passos esquemáticos que lhes possibilitem ir além de atingir o objetivo pretendido, envolvendo a identificação dos meios que os levaram a isso. Não basta, portanto, saber fazer esquemas, sublinhar, destacar etc.; é preciso ir adiante, saber acompanhar esse processo, identificando seus conhecimentos, planejando, regulando e avaliando suas ações.

Flavell (1979, 1985, 1987) e Flavell, Miller e Miller (1999) afirmam que na prática não é fácil diferenciar as estratégias de aprendizagem cognitivas das metacognitivas, tendo em vista que o próprio limite entre o que é integrante da cognição e o que pertence à metacognição não está claro para muitos autores. No artigo de 1979, Flavell infere que muitas vezes ao utilizar uma estratégia cognitiva, fazendo perguntas para si mesmo sobre um determinado conteúdo a fim de avaliar seus conhecimentos, por exemplo, pode-se verificar o quão bom se é no assunto, o que leva a experiências metacognitivas; conseqüentemente, pode se tornar um conhecimento metacognitivo e uma estratégia metacognitiva. Entretanto, o autor observa que é possível, em alguns casos, que a mesma estratégia seja evocada para atender a uma ou a outra finalidade (cognitiva ou metacognitiva), ou não atingir nenhum dos objetivos. Por fim, menciona que, nos sujeitos, o “estoque de conhecimentos metacognitivos é capaz de conter o conhecimento das estratégias metacognitivas bem como os aspectos cognitivos”. (1979, p. 909, tradução nossa).

De maneira resumida, Flavell, Miller e Miller definem:

A principal função de uma estratégia cognitiva é lhe ajudar a alcançar o objetivo de qualquer iniciativa cognitiva em que você esteja envolvido. Em contraste, a principal função de uma estratégia metacognitiva é lhe oferecer informações sobre a iniciativa ou seu progresso nela. Podemos dizer que as estratégias cognitivas são evocadas para *fazer* o progresso cognitivo, e as estratégias metacognitivas para *monitorá-lo*. (1999, p. 129, destaque dos autores)

Entretanto, há autores que citam outras possibilidades de classificação, detalhando aspectos envolvidos na utilização das estratégias de aprendizagem. Pintrich et al. (1991), por exemplo, agregam às cognitivas e metacognitivas as de gerenciamento de recursos. Os autores referem-se às cognitivas como as relacionadas aos comportamentos e pensamentos que influenciam no processo de aprendizagem, de modo que a informação seja armazenada de forma mais eficiente; as metacognitivas, como procedimentos que os estudantes usam para planejar, monitorar, regular e avaliar o seu próprio pensamento e, conseqüentemente, sua ação; as de administração ou gerenciamento de recursos, como as vinculadas ao aproveitamento do tempo, à organização do ambiente, à administração do esforço e à busca de apoio a terceiros.

Weinstein e Mayer (1986), por outro lado, identificam cinco estratégias de aprendizagem: estratégias de ensaio, de elaboração, de organização, de monitoramento e afetivas (motivacionais). Essa classificação se baseia no reconhecimento de que as componentes principais da aprendizagem são o conhecimento, a monitoração e a metacognição.

Com base no exposto, percebe-se que há autores que priorizam, em suas classificações, aspectos cognitivos e outros, aspectos comportamentais. De forma mais geral, entende-se que *as estratégias de aprendizagem representam um conjunto de comportamentos e pensamentos (processos mentais) postos em ação pelos estudantes com o objetivo de lograr êxito em sua aprendizagem*. Trata-se, assim, de processos mentais de natureza cognitiva e metacognitiva.

Diante desse entendimento e mais próximo do ensino de Física, exemplifica-se a presença dessas duas estratégias de aprendizagem no desenvolvimento das atividades experimentais. Em termos das cognitivas, as estratégias de aprendizagem encontram-se presentes quando os estudantes percebem a necessidade de elaborar tabelas, esquemas ou gráficos para registrar os dados coletados, ou, ainda, quando identificam a necessidade de sublinhar itens importantes do roteiro-guia como forma de destacar passos essenciais na execução da atividade. Esses são exemplos que ilustram estratégias a que os estudantes podem recorrer durante uma atividade experimental como forma de orientar suas ações a fim de responder ao objetivo proposto.

Por sua vez, as de âmbito metacognitivo encontram-se presentes quando, por exemplo, os estudantes retomam atividades experimentais anteriores, identificando as diferenças em relação à proposta; identificam características pessoais diante da atividade proposta,

buscando agir de acordo com elas, ou mesmo buscando alternativas para possíveis limitações; quando planejam, monitoram e avaliam suas ações de modo a discutir o caminho percorrido, etc.

Esses são alguns exemplos que mostram como as estratégias de aprendizagem cognitivas e metacognitivas podem estar presentes nas atividades experimentais. Evidentemente, outras tantas possibilidades de ações igualmente se enquadram nessas estratégias.

Particularmente com relação às estratégias de aprendizagem metacognitivas, destaca-se que sua importância reside no fato de representarem processos mentais que buscam capacitar os estudantes a identificar seus conhecimentos e controlar suas ações, permitindo-lhes realizar tarefas de forma a obter maior êxito. Pesquisadores como Campanario e Otero enfatizam que as estratégias de aprendizagem metacognitivas têm sido apontadas como relevantes quando aproximadas ao ensino de Física (Ciências), destacando que podem atuar como mecanismos que detectam falhas de compreensão nos estudantes. Essa situação, no entender dos autores, proporciona a identificação do porquê dos estudantes não compreenderam, levando-os a buscar alternativas de solução. Salientam ainda que as dificuldades de aprendizagem podem estar relacionadas a concepções errôneas, cuja identificação via metacognição pode ser mais frutífera e proveitosa, pois atua no plano da tomada de consciência, o que favorece seu reconhecimento, abrindo caminho para a construção do novo conhecimento. (CAMPANARIO; OTERO, 2000).

Outro aspecto vinculado à aprendizagem em Física (Ciências) é a presença da metacognição na mudança conceitual e na diferença entre os estudantes considerados *experts* e novatos, da qual se passa a tratar a seguir de forma sucinta, pois seu aprofundamento não está contemplado nos objetivos deste estudo.

2.2.2 As estratégias de aprendizagem metacognitivas no ensino de Ciências

A mudança conceitual representa um tema polêmico e de vasta bibliografia, o qual pressupõe que a aprendizagem significativa ocorre à medida que os estudantes tomam consciência da inadequação de suas concepções, renunciando a elas em favor dos conceitos científicos. Tal modelo inspirou a elaboração de várias estratégias de ensino, dentre as quais a que envolve a metacognição. Essa aproximação decorre da

possibilidade de, por meio da metacognição, os estudantes tornarem-se mais conscientes de sua própria aprendizagem e das estratégias que lhes são favoráveis. A utilização do pensamento metacognitivo significa fornecer instrumentos que permitam ao estudante a seleção do conhecimento necessário para sua aprendizagem. Esse pensamento pode atuar, ainda, como um agente transformador, que promova a reestruturação dos conhecimentos decorrentes das crenças epistemológicas, tidas como obstáculo para aprendizagem em Ciências. Hewson e Thorley (1989) mostram que o monitoramento proporcionado pela utilização do pensamento metacognitivo leva o estudante a identificar o *status* das próprias concepções. O questionamento sobre o que sabe proporciona ao estudante a identificação do grau de inteligibilidade do conhecimento adquirido, por meio de perguntas referentes ao seu convencimento do novo conhecimento.

Moreira e Grega (2003), ao analisarem o trabalho de David Schuster intitulado “From ‘misconceptions’ to ‘richconceptions’”, apresentado no “Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics”, na Cornell University, em 1993, relatam que o autor chama a atenção para a utilização da metacognição como um meio para provocar mudança conceitual. Para Schuster uma estratégia instrucional alternativa para a mudança conceitual seria enriquecer a compreensão conceitual, juntamente com a metacognição. Considera, para isso, as situações de forma global, contextual, nas quais são postos em jogo os múltiplos conceitos e terminologias relacionados aos modos de pensamento não claros do aprendiz, incluindo as noções de seu uso cotidiano, acompanhados de uma discriminação (ênfase agregada) conceitual consciente. Entretanto, Moreira e Grega (2003) alertam que essa consideração de Schuster ainda permanece obscura na literatura, carecendo-se de estudos mais profundos e de mais dados empíricos para a verificação de sua validade.

A falta de dados empíricos, bem como de um referencial apropriado, é igualmente mencionada por Ogborn (1994), que, ao criticar a validade de algumas das proposições construtivistas no ensino de Ciências, destaca as vinculadas ao pensamento metacognitivo. Dentre as questões tratadas pelo autor estão: 1) A partir de que idade o estudante estaria capacitado a recorrer a essa forma de pensamento? 2) Esse pensamento seria sempre benéfico à aprendizagem? 3) Em que termo se dá a distinção entre conhecer e regular a cognição (conhecimento ou pensamento)? Quanto a esses questionamentos, cabe ressaltar que a literatura ainda permanece carente de respostas,

mostrando que a metacognição, apesar de permear a literatura há quarenta anos, continua sendo um campo frutífero para as investigações, sobretudo quanto à sua aproximação com o ensino de Ciências.

Se, por um lado, há poucas pesquisas com dados empíricos relacionadas à metacognição e, em especial, que permitem mostrar que ela favorece a mudança conceitual, por outro, há um número significativo de estudos evidenciando que os estudantes considerados *experts* em Física recorrem, de forma intencional ou não, ao pensamento metacognitivo, o que tem sido apontado como o seu diferencial em relação aos novatos.

Em outro estudo, Chi, Glaser e Rees (1982) descrevem a diferença entre os dois tipos de estudantes no momento em que realizam uma atividade experimental envolvendo o estudo do plano inclinado. Os novatos buscam apenas identificar questões específicas de descrição da queda dos corpos no plano, limitando seus conhecimentos a questões de procedimento, ao passo que os *experts* procuram identificar a queda dos corpos em termos dos princípios fundamentais da mecânica newtoniana. Ainda com relação à diferença entre os comportamentos de novatos e *experts*, Larkin (1983) afirma que os últimos partem para a solução do problema somente após terem estabelecido uma representação mental da situação física referente ao problema, recorrendo a aspectos de identificação com estruturas já existentes em seu pensamento, uma forma metacognitiva de proceder.

Essas pesquisas, assim como outras que serão relatadas posteriormente, revelam que há estudantes que, mesmo sem perceber, recorrem às estratégias de aprendizagem metacognitivas para realizar suas tarefas (aprendizagem); por outro lado, há estudantes que necessitam ser instruídos para tal. Portanto, infere-se que a evocação do pensamento metacognitivo para muitos estudantes é resultante da adoção de estratégias, o que implica conhecimento dessas e dos benefícios que trarão à sua aprendizagem. Atualmente, os estudos relacionados a ações que levem os estudantes a aprender como utilizar estratégias de aprendizagem metacognitivas apontam duas possibilidades: programas de treinamento específico (autoinstrutivo) e adoção em sala de aula deste tipo de estratégia pelo professor.

2.2.3 Ensino amparado nas estratégias de aprendizagem

A literatura destaca duas possibilidades para ensinar os estudantes a utilizarem as estratégias de aprendizagem. A primeira refere-se aos programas de treinamento paralelos às disciplinas escolares, centrados em desenvolver estratégias de caráter geral, visando, principalmente, à autoinstrução, ao autocontrole e à autoavaliação. São manuais orientativos que descrevem passos a serem seguidos para treinar os estudantes a pensar sobre seus conhecimentos e a traçar estratégias de ação diante das situações de aprendizagem. Esses programas têm recebido várias críticas por parte dos pesquisadores e professores, mostrando o seu distanciamento diante dos conteúdos curriculares, cujo processo de transposição é legado ao estudante, que, na maioria das vezes, apresenta dificuldades para tal. Outra crítica é que muitas vezes deixam a desejar por serem genéricos e não considerarem variáveis individuais, como idade, nível de desenvolvimento mental, linguagem etc.

Coll (1986), defendendo as dificuldades em operacionalizar esses programas de treinamento, posiciona-se favoravelmente à incorporação das estratégias de aprendizagem metacognitivas aos conteúdos desenvolvidos nas disciplinas escolares como parte delas, não como conteúdo à parte. Menciona que, quanto maior for a riqueza da estrutura cognitiva, quanto mais coisas se conhecerem de forma significativa, maior será a funcionalidade dessas estratégias em novas situações de aprendizagem, o que evidencia que não se podem aprender estratégias no vazio, senão em estreita conexão com a aprendizagem dos conteúdos específicos.

Essa conexão leva à segunda possibilidade, a qual aponta a inclusão das estratégias em consonância com os conteúdos de aprendizagem em que são explicitadas apoiando o processo de construção dos conhecimentos específicos. Nesse processo, destaca-se o papel do professor, que deve atuar como um mediador, estabelecendo os meios que favorecerão a evocação desse pensamento. Nesse caso, as estratégias de aprendizagem passam a ser de ensino, pois serão incorporadas ao processo didático do professor, que recorre a um ensino estratégico metacognitivo com o objetivo de que seus estudantes ativem, em suas estruturas mentais, o pensamento metacognitivo, promovendo meios para o uso de estratégias dessa natureza.

Para ensinar a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitiva, o professor precisará estruturar suas atividades e sua

organização didática considerando aspectos inerentes a esse processo. Nesse sentido, Monereo e Castello (1997) mencionam que, em um ensino por estratégias de aprendizagem metacognitivo, é necessário que o professor evidencie para os estudantes a importância dessas estratégias. Assim, os autores destacam três aspectos de caráter metacognitivo que precisam estar presentes na ação docente e que possibilitarão aos estudantes recorrer a essas estratégias no decorrer de sua aprendizagem.

O primeiro aspecto consiste na necessidade de que o professor planeje e regule conscientemente suas aulas, selecionando os conteúdos curriculares e os procedimentos de ensino mais apropriados às características de seus estudantes e às condições do contexto em que trabalham. Ao planejar os conteúdos e as metodologias de ensino segundo as peculiaridades e necessidades dos seus estudantes, de acordo com os objetivos pretendidos, o professor está recorrendo à utilização de estratégias que buscam contemplar metas para além da aquisição dos conhecimentos, preocupando-se com que seu estudante entenda como está construindo esses conhecimentos. Portanto, a planificação e a regulação das ações por parte do professor podem servir de exemplo para que o estudante proceda da mesma forma diante de suas ações na aprendizagem.

O segundo aspecto vincula-se à identificação, por parte dos professores, no momento em que estão planejando suas aulas, de que conteúdos são mais significativos e de quais são as possíveis dificuldades de aprendizagem que seus estudantes poderão apresentar. Tal identificação possibilita que os professores se antecipem e proponham alternativas para os estudantes, levando a que percebam que o planejamento e a seleção de estratégias e tarefas fizeram parte da organização da aula antes de sua execução.

O terceiro aspecto mencionado pelos autores e relacionado aos anteriores consiste na necessidade de que os professores entendam que, de forma mais ou menos tácita, sempre atuam como modelo para os estudantes, tanto em termos de motivação, de confiança, de habilidade de comunicação, como ao estabelecer, explicitamente, relações substanciais e significativas entre os conhecimentos que explicam e a metodologia que utilizam para fazê-lo.

Detalhando esses procedimentos, Monereo (2001) elenca alguns princípios que o professor deveria respeitar no processo de ensino:

- a necessidade de que o professor explicita aos alunos o sentido, a utilidade e o valor da estratégia que pretende ensinar e do

porquê, diante de uma tarefa complexa, é necessário planificar, regular e avaliar a própria atuação;

- é necessário que o professor mostre ao aluno que a estratégia se aplica à aprendizagem de diferentes conhecimentos (até mesmo disciplinas), permitindo que ele pratique, de forma suficiente e em situações variadas, tais procedimentos;

- é importante que o professor insista que os estudantes utilizem tais estratégias, pois é com a frequência em diferentes situações de aprendizagem que o estudante tomará consciência da sua importância e se acostumará, de forma gradativa, a tornar-se reflexivo;

- é necessário que as atividades propostas e os métodos utilizados sejam gradual e progressivamente transferidos para a responsabilidade dos estudantes, ou seja, delegue-se o controle sobre a aprendizagem do professor para o aluno;

- inicialmente, deve-se optar por situações-problemas, exercícios simples e, à medida que os estudantes aprendam a controlar e utilizar a estratégia de aprendizagem, ir progressivamente passando a inserir problemas abertos e que exijam maiores demandas cognitivas;

- é desejável que os estudantes tenham espaços para apresentar e discutir as estratégias utilizadas para resolver os problemas e, assim, possa-se discutir e avaliar as metodologias utilizadas, ou mesmo o modo de proceder na realização da tarefa;

- é fundamental avaliar explicitamente o esforço que eles realizam quando planificam e regulam sua ação, analisando as condições da situação de aprendizagem, ou quando utilizam, de forma coerente e ajustada, um procedimento para aprender.

Todos esses princípios devem estar em sintonia com o ensino das disciplinas curriculares, constituindo um único processo. Esses são considerados por Monereo (2001) como condição *sine qua non* para se concretizar um ensino que busque uma aprendizagem autônoma e deverão ser considerados nas propostas didáticas, unindo o ensino de estratégias de aprendizagem metacognitiva às metodologias de ensino. Pode-se acrescentar a esses aspectos a necessidade de o professor ser estratégico e, assim, ensinar dentro desse processo, ou seja, utilizar durante sua atividade docente estratégias metacognitivas.

Diante da explanação sobre os fatores que carecem estar presentes na prática docente para que os estudantes identifiquem e utilizem estratégias de aprendizagem metacognitivas, faz-se necessário discutir quais ferramentas didáticas estariam mais próximas desse ensino. Antes, porém, outras duas questões vinculadas a um ensino por

estratégias de aprendizagem metacognitiva mostram-se pertinentes a esta discussão, à qual se denomina de “outros contingentes da metacognição no ensino”: primeiro, a identificação da idade em que os estudantes estariam mais aptos a recorrer à utilização desse tipo de estratégia; segundo, a distinção entre uma aprendizagem baseada em estratégias metacognitivas e uma aprendizagem autorreguladora.

2.2.4 Outros contingentes da metacognição no ensino

Inicia-se pela abordagem da questão referente à idade em que os estudantes estariam mais propensos a utilizar estratégias de aprendizagem metacognitivas nas atividades escolares. O que é posto à discussão vincula-se ao momento mais adequado para a inserção explícita da evocação do pensamento metacognitivo: Crianças no início do processo escolar (séries iniciais, por exemplo) teriam ou não capacidade de ativar seus recursos metacognitivos e utilizá-los na aprendizagem?

Para Flavell, Miller e Miller, à “medida que as crianças se desenvolvem, elas gradualmente aprendem mais e mais sobre como é o ‘jogo do pensamento’ e como ele deve ser jogado” (1999, p. 130, destaque dos autores). Apoiados na perspectiva de que o desenvolvimento cognitivo favorece a metacognição, os autores afirmam que as capacidades metacognitivas aumentam consideravelmente nas etapas correspondentes à pré-adolescência e à adolescência.

Os pré-escolares têm mais conhecimentos e habilidades do que costumávamos pensar. No entendo, virtualmente todas estas competências ainda estão bastante imaturas nesta idade e vão sofrer um desenvolvimento considerável até o fim da adolescência (A. L. Brown *et al.*, 1983; Gelman & Baillargeon, 1983; Wellman, 1982). Da mesma forma, as competências que aparecem pela primeira vez dos 7 aos 12 anos continuam a se desenvolver nos anos subsequentes (Danner, 1989). (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999, p. 131).

Brown (1978) destaca que, com o passar dos anos, há um considerável aumento do controle das estratégias e de outros processos cognitivos pelos estudantes, o que poderá contribuir para que passem a recorrer de modo mais significativo aos seus pensamentos metacognitivos. Quando as crianças atingem essa fase, começam a usar os processos cognitivos de forma harmônica, aumentando o controle sobre o conjunto, como se aprendessem a reger uma orquestra. Em estudo desenvolvido em 1983, a autora e colaboradores demonstraram que as crianças possuem capacidades para uma espécie de metacognição ainda quando bebês; porém, não é fácil para elas aplicar tais capacidades às novas situações, fato que acaba por distingui-las dos adultos no que concerne ao uso das estratégias de aprendizagem metacognitivas.

De acordo com Flavell, Miller e Miller (1999), a capacidade do sujeito de recorrer aos seus pensamentos metacognitivos encontra-se vinculada ao desenvolvimento cognitivo, revelando que essas estratégias se tornam possíveis a partir da fase operatório-formal (onze a quinze anos). Corroborando essa perspectiva, Silva e Sá (1993) afirmam que o pensamento hipotético-dedutivo, surgido na fase operatório-formal, é que vai trazer as novas e diferentes alternativas para o planejamento e o desenvolvimento das atividades. A partir do momento em que o estudante adquire determinadas aprendizagens escolares, pode dominar melhor certas tarefas, o que vai lhe conferir maiores e mais significativas experiências metacognitivas, possibilitando-lhe a consciência de suas dificuldades e os canais de superação.

No processo ensino-aprendizagem, Flavell, Miller e Miller (1999) relatam que os estudantes mais velhos utilizam, constantemente, seus recursos de pensamento metacognitivo, mencionando como exemplo a sua capacidade de automonitoramento. Ao receberem uma nota baixa numa avaliação, eles exclamam: “Mas eu estava tão confiante que conhecia o conteúdo!”. Esse comentário traz à tona que seu pensamento é intrinsecamente automonitorado (reflexivo) e autorregulado, características fundamentais do pensamento metacognitivo. Outro exemplo citado por Flavell, Miller e Miller (1999) associado à existência desse pensamento nos moldes de estratégia metacognitiva é quando um estudante, normalmente já no Ensino Médio, mostra-se capaz de planejar a ordem de realização dos trabalhos escolares e testar-se por meio de alguns itens de vocabulário para uma prova, a fim de verificar o quanto terá de estudar e como o fará.

Por fim, salienta-se que o tema se mostra controverso, pois autores como Sutherland (1996), referindo-se ao ensino primário, dizem-se não convencidos de que seja compensado o tempo que o

professor perde para tornar conscientes da sua aprendizagem crianças nesta fase escolar. “As crianças são principiantes universais porque não possuem eficácia metacognitiva. Não conseguem verificar e controlar as atividades em curso e são incapazes de efetuar análises das suas próprias tarefas”. (SUTHERLAND, 1996, p. 144).

Diante de aspectos divergentes, há os consensuais, como a questão de que estudantes que já atingiram a fase operatória formal apresentam-se capazes de operar de forma metacognitiva seus pensamentos, o que vem ao encontro dos sujeitos da presente investigação (estudantes do Ensino Médio), assumindo-se que para estes a metacognição possa ser utilizada como recurso didático, seja como estratégia de aprendizagem, seja diante de uma aprendizagem autorreguladora.

Por conta desta última, tem-se a necessidade de esclarecer a sua diferença para uma aprendizagem baseada em estratégias metacognitivas, já que a proximidade entre ambas pode levar a se entendê-las como sinônimos. Zimmerman (2001) descreve a aprendizagem autorreguladora como aquela que ativa os processos de memória e pensamento do estudante, favorecendo a aquisição do conhecimento por meio de mecanismos de conduta do pensamento, isto é, por meio das representações mentais internas e externas decorrentes da interação entre o conhecimento novo e o já existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Tais mecanismos podem ser utilizados de forma mais livre pelos estudantes ou estar vinculados as estratégias de aprendizagem metacognitivas. Assim, a aprendizagem autorreguladora no ensino deve obedecer a uma lógica de desenvolvimento, na qual, inicialmente, tem-se um contexto e, depois, é ofertada aos estudantes uma diversidade de opções de estratégias com base nas quais eles podem fazer suas escolhas, de modo a adequar a estratégia à realização da tarefa e ao seu estilo de aprendizagem. Entre tais escolhas pode estar a estratégia de aprendizagem metacognitiva.

Nessa medida, um ensino fundamentado na aprendizagem autorreguladora permite aos estudantes a escolha de estratégias e métodos que melhor se adaptem para alcançar o objetivo almejado, oportunizando uma flexibilização quanto à identificação do sujeito com uma ou outra estratégia, ao passo que a utilização de estratégias metacognitivas se apresenta como uma escolha já estabelecida de antemão.

2.3 Ferramentas didáticas metacognitivas

Por conta das estratégias de aprendizagem metacognitivas tem-se que sua operacionalização no ensino ocorre com o auxílio das ferramentas didáticas. Estas, por sua vez, são entendidas como instrumentos a que os professores recorrem em sua ação didática a fim de auxiliar os estudantes na construção do conhecimento específico. Numa concepção de ensino e aprendizagem construtivista, a literatura especializada relata a existência de uma variedade de ferramentas didáticas, dentre as quais Rosa e Pinho-Alves (2008) destacam quatro, que apresentam uma identificação com a dimensão metacognitiva. São elas: mapas conceituais, “V” epistêmico de Gowin, estratégia predizer-observar-explicar (POE)⁷ e questionamentos metacognitivos.

2.3.1 Mapas conceituais e “V” de Gowin

Novak assinala que os mapas conceituais e o “V” de Gowin representam ferramentas didáticas de caráter metacognitivo, salientando a sua importância para o processo ensino-aprendizagem em Física:

Mapas conceituais e diagramas Vê são recursos valiosos para ajudar os estudantes a “desempacotar” o conhecimento contido em textos, experimentos de laboratório ou aulas teóricas, e são também ferramentas potentes para análise e planejamento de currículo. Portanto, esses instrumentos metacognitivos são promissores não somente para aprendizes como também para professores e planejadores de currículo. (1989, destaque do autor).

Tais ferramentas se encontram apoiadas na teoria de Ausubel, o qual enfatiza a aprendizagem sob orientação cognitiva, denominada de “aprendizagem significativa”, que representa o conceito central de sua teoria, entendida como

⁷ *Predict-Observer-Explain.*

um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define com *conceito subsunçor*, ou simplesmente *subsunçor*. [...]. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos ou proposições relevantes*, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. (MOREIRA, 1999, p. 153, destaques do autor).

Em termos educacionais, essa teoria, segundo Moreira, citando Ausubel, pode ser sintetizada pela ideia de que “[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (1999, p. 163). Isso significa que no ensino é fundamental determinar aquilo que o estudante já sabe a fim de solidificar o novo conhecimento sobre as bases do já existente, o que pode ser estendido à reflexão do estudante sobre seus conhecimentos pessoais, como com relação à tarefa ou mesmo à estratégia a ser utilizada, aproximando a teoria de Ausubel da metacognição.

Baseado na aprendizagem significativa, tem-se os mapas conceituais, representando um recurso gráfico para destacar as relações entre os conceitos, ligados por palavras, ou seja, é um diagrama hierárquico de conceitos e das relações entre esses conceitos, sendo representados por uma estrutura que vai desde conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. A prioridade em sua construção está em abordar a estrutura que subsidia determinado conceito, não sua amplitude. Sua construção requer uma trajetória de passos que vão desde a identificação do conceito central, a organização hierárquica desses conceitos, a identificação das palavras que permitam ligá-los entre si, formando as proposições que outorgam significado aos mesmos, até a busca por pontes de ligações indiretas, a constante avaliação e ajustes na estrutura do mapa.

Os mapas conceituais são utilizados no processo ensino-aprendizagem como ferramenta estratégica para facilitar a aprendizagem (significativa) e, também, como instrumentos de avaliação dessa aprendizagem. Além disso, pesquisadores e professores vêm se servindo dos mapas conceituais como ferramenta didática metacognitiva, uma vez que a sua construção requer dos estudantes conhecimentos que

decorrem da identificação daquilo que já sabem e, também, da regulação deste conhecimento no momento da realização das atividades, ou seja, da evocação e utilização do pensamento metacognitivo pelo estudante.

Como exemplo da utilização dos mapas conceituais no ensino de Ciências associados à metacognição apresenta-se o estudo desenvolvido por Parolo, Barbieri e Chrobak (2004). Nessa investigação, foi proposto a estudantes universitários na disciplina de Química que construíssem mapas conceituais sobre o tema “soluções”, de modo a focar seus conhecimentos sobre o assunto. Após construir os mapas individualmente, os acadêmicos foram entrevistados a fim de descrever o modo de pensamento utilizado para a elaboração dos mapas. Tais entrevistas possibilitaram identificar as relações conceituais estabelecidas pelos estudantes investigados, suas concepções alternativas sobre o conteúdo, além de permitir que eles refletissem sobre seus conhecimentos. Na sequência, os pesquisadores discutiram o conteúdo com a classe e solicitaram novamente que os estudantes construíssem mapas conceituais. Dessa vez, os mapas apresentaram melhor estrutura, contendo número maior de conceitos e riqueza maior de detalhes. Tal situação é entendida pelos pesquisadores como decorrente da proposta didática que possibilitou aos estudantes tomarem consciência do que sabiam (mapas iniciais) e como sabiam (entrevistas). O resultado do estudo aponta para a importância de se permitir que os estudantes reflitam sobre o que sabem antes de iniciar a discussão de um tópico, destacando a validade de ensiná-los a utilizar estratégias no processo de aprendizagem. Todavia, os autores destacam que o ensino das estratégias não pode ser o objetivo principal, mencionando que

[...] a finalidade não é unicamente que os alunos conheçam que estratégias devem utilizar, senão que também trabalhem estrategicamente. Se trata, pois, de criar situações de aprendizagem que os obriguem a usar as estratégias de forma continuada para que se convertam em hábitos de trabalho e estilo de aprendizagem. Isto não se alcança somente com instruções teóricas, mas incorporando-as como guias reais do trabalho escolar diário. (PAROLO; BARBIERI; CHROBAK, 2004, p. 85, tradução nossa).

Outro estudo que ilustra a utilização de mapas conceituais, agora envolvendo conceitos físicos, é o desenvolvido por Georghades (2004). O estudo foi desenvolvido com sessenta estudantes do 5º ano (onze anos), com o objetivo de verificar se o uso da metacognição contribui para que os conhecimentos de corrente elétrica permaneçam retidos por um tempo maior na estrutura cognitiva desses estudantes. Os instrumentos metacognitivos selecionados para o estudo foram desenhos com anotações, diários de classe e mapas conceituais. Particularmente com relação aos mapas conceituais, o estudo revelou que levaram os estudantes ao uso da metacognição, baseando-se no fato de que as crianças, no momento em que os produziam, conseguiam gradualmente representar numerosos conceitos e identificar relacionamentos e conexões entre eles, algo que possivelmente, segundo o autor, não poderia ser alcançado se os estudantes não tivessem exibido reflexões sobre os conhecimentos construídos.

Como segunda ferramenta didática tem-se o diagrama “V”⁸, criado por D. B. Gowin para análise do processo de produção do conhecimento, constituindo-se de duas partes distintas, o domínio conceitual e o domínio metodológico, que interagem entre si, com a questão-foco que se encontra no seu centro e, ainda, com os eventos estudados, situados em sua base. No lado esquerdo do Vê, denominado “lado do pensar”, encontram-se elementos que se referem ao domínio conceitual, tais como conceitos, leis, princípios e teorias que têm filosofias adjacentes. No lado direito está o domínio metodológico, relativo ao “fazer”, onde se escrevem os registros necessários para a realização da atividade ou para a produção do conhecimento (no caso dos conteúdos de Física em uma aula de laboratório, poderiam ser registrados os parâmetros, índices, coeficientes, tabelas, tudo o que foi necessário para a atividade em desenvolvimento).

O diagrama “V” é utilizado como instrumento na instrução, na aprendizagem e na avaliação do ensino. Segundo Moreira (1996), também é útil na meta-aprendizagem, entendida como aprender a aprender, percebendo como se aprende e usando esse conhecimento para facilitar novas aprendizagens. Assim, o estudante que utiliza essa ferramenta, além de ter facilitada a apropriação do conhecimento, é favorecido pela aprendizagem de como esse conhecimento foi construído, percebendo que não só o conhecimento humano é construído, mas também o seu próprio. Desse entendimento de aprendizagem resulta a análise da estrutura do conhecimento, que, em

⁸ “Vê epistemológico de Gowin” ou “V” de Gowin.

essência, remete à importância e utilidade do Vê. “O Vê é um instrumento heurístico para desempacotar, analisar, desvelar a estrutura de um corpo de conhecimentos e de seu processo de produção”. (MOREIRA, 1996, p. 19).

Como exemplo no ensino de Física relata-se a pesquisa de Rosa (2008), na qual a metacognição se mostra presente mesmo sem ser o foco do estudo. A autora utilizou o “V” de Gowin para analisar e avaliar o processo de aprendizagem no desenvolvimento de atividades experimentais no estudo da Ótica com estudantes do Ensino Médio. Os resultados apontaram a importância desse instrumento como ligação entre as aulas teóricas e as atividades experimentais; como oportunidade de os estudantes fazerem correlações de significados físicos, passando de uma atitude passiva para uma postura de descobridor, pesquisador; do professor como mediador do conhecimento, não mais como “dono do saber”; e, ainda, pela relevância das discussões geradas em determinadas situações no transcorrer do desenvolvimento das atividades, em razão da divergência de opiniões entre os estudantes. Apesar de não ter por objetivo a utilização desta ferramenta didática para desenvolver habilidades metacognitivas, a última característica apontada pela autora encontra-se associada a um atributo metacognitivo, uma vez que proporciona que os estudantes, em seus grupos de trabalho, reflitam sobre seus conhecimentos e ações, a fim de estabelecer um consenso na solução da tarefa proposta. Ao mesmo tempo em que possibilitou a tomada de consciência dos estudantes sobre seus recursos estratégicos, a proposta didática favoreceu ao estudante a planificação e o monitoramento de suas ações, características de um processo metacognitivo.

2.3.2 Estratégia Predizer-Observar-Explicar

A estratégia composta pela tríade predizer-observar-explicar (POE) representa um instrumento didático estratégico elaborado por Richard T. White e Richard F. Gunstone em 1992 e que, segundo os autores, adota como referência o modelo clássico de pesquisa. Por esse, uma hipótese é enunciada e as possíveis causas sobre por que a situação pode ocorrer são produzidas e testadas, obtendo-se, assim, os dados. Tais resultados são discutidos, confirmando-se ou não a hipótese inicialmente prevista.

Essa estratégia se apresenta como uma ferramenta metacognitiva, uma vez que permite ao estudante, pela criação de situação-problema, resgatar suas concepções e propor alternativas de solução antes mesmo de operar sobre o objeto do conhecimento. O questionamento possibilitado por essa estratégia leva os estudantes a explicitar suas ideias, as relações entre essas ideias prévias e as teorias que permitem explicar adequadamente o fenômeno em estudo. A estratégia tem sido associada às atividades desenvolvidas em laboratório didático no ensino de Ciências, conforme mostram os estudos de Gunstone e Northfield (1994), Campanario (2000), entre outros. De acordo com esses autores, cada componente da tríade manifesta-se como favorecedor da evocação do pensamento metacognitivo, assim designados:

- Predizer é entendido como a formulação de hipóteses, o que não significa, como se costuma pensar, que estas sejam livres de pressupostos teóricos; ao contrário, são hipóteses muitas vezes construídas com base em discussões anteriores, ou mesmo decorrentes das concepções alternativas dos estudantes. O importante é permitir que os estudantes, individualmente ou em pequenos grupos, tenham a oportunidade de expressar suas hipóteses.

- Observar está voltado a questões de retomada de experiências vividas, seja uma reflexão individual, seja compartilhada com os demais colegas. Nas atividades experimentais, por exemplo, a capacidade de observação dos eventos é uma habilidade fundamental, pois o autocontrole diante do objeto de observação apresenta-se como indispensável na aprendizagem. Outra característica que se faz presente neste momento é saber compartilhar com os colegas o que foi observado, saber ouvir, discutir, expor suas ideias e aceitar a dos outros. O trabalho em equipe é o espaço no qual cada membro é instigado a trazer suas contribuições pessoais e, assim, a elaborar um resultado compartilhado.

- Explicar refere-se à retomada das hipóteses iniciais e ao confronto com novos conhecimentos. Saber explicitar ideias e formas de pensamento é fundamental para a construção do conhecimento. Quando o trabalho é realizado em equipe, a capacidade de explicação possibilita construir relações de respeito, confiança, apoio mútuo, além de valorizar a autonomia e a autossuficiência. O fato de ter de explicar aos outros o seu pensamento e os mecanismos pelos quais chegou a determinada conclusão ou hipótese obriga à tomada de consciência de si mesmo e à sua verbalização. Esse confronto de ideias e sua permanente análise

possibilitam aos estudantes o controle e a regulação dos seus processos cognitivos.

Essa ferramenta didática se torna significativa quando se busca aprimorar o pensamento metacognitivo, especialmente no desenvolvimento de atividades experimentais, já que primam pela interação entre aprendiz e objeto do conhecimento, de modo que reflita sobre seu conhecimento e faça suposições, tomando consciência de seus próprios processos cognitivos.

Campanario (2000) menciona que as atividades de predizer-observar-explicar, além de permitir o resgate das concepções prévias dos estudantes, fazendo-os tomar consciência de seu pensamento, podem lhes mostrar que a ciência é contraintuitiva e que a aprendizagem requer certo esforço de abstração. Acrescenta que essa estratégia de aprendizagem de orientação metacognitiva permite aos estudantes se convencerem de que a ciência serve para entender situações e problemas cotidianos.

A pesquisa de Gunstone e Northfield (1994), referente ao desenvolvimento de aulas experimentais de Física em um curso de formação de professores e que utilizou a estratégias POE como ferramenta didática, será relatada na subseção 2.4.4.

2.3.3 Questionamentos metacognitivos

Como quarta ferramenta didática destaca-se a utilização dos questionamentos metacognitivos, centrados na utilização de perguntas, representando esquemas que permitem ao estudante a constante revisão de seu pensamento e o controle de suas ações. Segundo Giaconi,

um bom pensador é um sujeito cuja mente se observa a si mesmo. Aquele que se observa, guia e avalia a si mesmo intelectualmente é aquele que pode organizar seus próprios processos de pensamento com eficácia, que pode dar um passo atrás mentalmente e deter-se a observar seu pensamento enquanto este se desenvolve, diagnosticando suas deficiências e identificando seus pontos fortes. (2008, tradução nossa).

Continua a autora esclarecendo que, como forma de esse processo metacognitivo ser estabelecido, as situações didáticas precisam favorecer aos estudantes a capacidade de estabelecer parâmetros que lhes permitam exercer um trabalho cada vez mais autônomo sobre o processo de desenvolvimento das tarefas. Do mesmo modo, é preciso adotar critérios e referenciais para que eles possam planejar, controlar e avaliar o desenvolvimento das tarefas a serem realizadas. Nesse sentido, uma das alternativas é a utilização de um guia de perguntas relacionado às atitudes dos estudantes diante da construção do conhecimento.

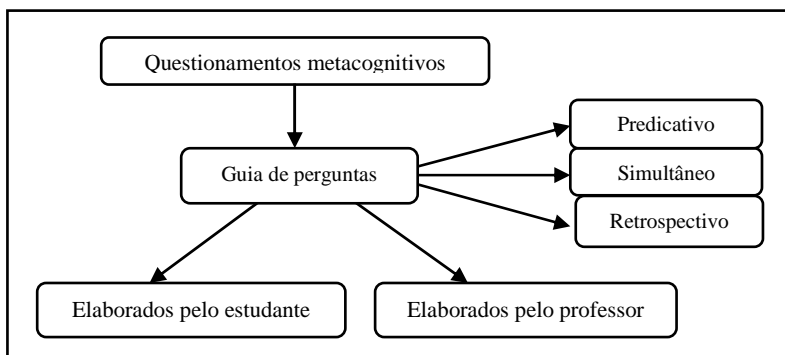
Segundo a autora, esse guia de perguntas pode ser de caráter autoquestionador ou explicitado pelo professor. O autoquestionamento é uma forma de promover atitudes de busca pelo conhecimento e de tomada de consciência do seu modo de pensar. Pode ser de diversos tipos e estar orientado a fomentar a utilização de estratégias de estudo, de aprendizagem, de compreensão ou, até mesmo, de desenvolvimento de metodologias adequadas ao controle da própria compreensão. O autoquestionamento é constituído de uma variedade significativa de questões de cunho interpretativo e orientador, devendo apresentar caráter contestador e avaliador para o estudante, uma vez que sua função é a reflexão sobre a ação. Numa perspectiva metacognitivista, as perguntas que compõem o autoquestionamento poderão ser utilizadas mesmo que não estejam ligadas à atividade do conteúdo, explicitamente, ou seja, as questões podem ser feitas pelo aprendiz, apesar de não serem sugeridas na atividade.

O guia de perguntas previamente organizado pelo professor tem por intuito orientar a aprendizagem e é uma estratégia que pode levar ao autoquestionamento, porém distingue-se deste por apresentar o professor como elaborador das questões. As perguntas contidas neste guia podem estar voltadas a estratégias de aprendizagem mais gerais, de âmbito operacional, de caráter orientativo, sem vínculo com o conteúdo; ou ainda, podem se referir aos conteúdos específicos envolvidos na atividade.

Uma característica importante que diferencia o guia de perguntas formulado pelos estudantes daquele fornecido pelo professor é a possibilidade, neste último, de que as estratégias metacognitivas possam ser ensinadas conjuntamente com os conteúdos escolares. King (1991) destaca em suas pesquisas que a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas no processo ensino-aprendizagem tem sido baseada, fundamentalmente, em questionamentos orientados à reflexão dos estudantes sobre suas ações, ou seja, metacognitivos. A utilização dessa ferramenta didática representa a oportunidade de os

estudantes realizarem perguntas associadas aos conteúdos, atuando como mecanismo favorecedor da identificação de possíveis problemas de compreensão ou eventuais distorções na compreensão da atividade proposta, além de atuar como mecanismo de controle das ações, uma vez que possibilita a monitoração da ação. É uma forma de verbalização escrita ou oral do pensamento, podendo ser de três tipos: predicativa, quando se refere à planificação para a realização das tarefas, ou ainda quando vinculada à explicitação das concepções prévias sobre o objeto do conhecimento; simultânea, quando ocorre paralelamente à realização da tarefa, de forma a relatar os passos adotados ou os mecanismos pelos quais está concebendo o conhecimento; retrospectiva, quando realizada após a atividade ou aquisição do conhecimento.

Sintetizando o exposto, apresenta-se o quadro a seguir:



Quadro 3: **Esquema representativo dos questionamentos metacognitivos.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Tomando-se por referência os estudos de Giaconi (2008), apresenta-se a seguir um quadro com exemplos de questões que poderão constar no guia de perguntas. Tais exemplos foram organizados na proposição de guia elaborado pelo professor e que deverá ser respondido pelo estudante. A organização desse guia segue os seis elementos metacognitivos decorrentes do conceito de metacognição em Flavell e Wellman (1977) e em Brown (1987), conforme destacado no primeiro capítulo.

	Elementos metacognitivos	Perguntas metacognitivas
Conhecimento do conhecimento	Pessoa	Identifica este assunto com outro já estudado? O que está sendo estudado? Qual o sentimento em relação a este conhecimento? Compreendeu a atividade? Entendeu o enunciado? Está interessado em realizar a atividade proposta? Apresenta conhecimento sobre o assunto? Encontra-se em condições de realizar a atividade? Apresenta limitações neste tema? Consegue buscar alternativas para sanar possíveis deficiências neste conhecimento?
	Tarefa	Entendeu a tarefa? Que tipo de tarefa é essa? Identifica-a com outra já realizada? Julga ter facilidade ou dificuldade em realizar tarefas como a proposta? Está de acordo com seus conhecimentos? Identifica o que é preciso para resolvê-la?
	Estratégia	Conhece estratégias para resolver este tipo de problema? Tem facilidade com este tipo de estratégia? Qual a mais indicada? Há outras possibilidades de realização da tarefa? Dispõe do que precisa para executar a tarefa?
Controle executivo e autorregulador	Planificação	O que entendeu sobre a atividade proposta? Identifica por onde deve iniciar? Como resolver a tarefa proposta? Como organizar as informações apresentadas na atividade? Consegue visualizar o procedimento em relação ao fim almejado?
	Monitoração	Compreende bem o que está fazendo? Qual o sentido do que está realizando? Qual o objetivo desta atividade? A estratégia que utiliza é adequada? Tem domínio do que está executando? Há necessidade de retomar algo? O planejado está funcionando? Como procedeu até aqui? Por que está estudando este assunto? Por que está realizando a atividade proposta? Continuando desta forma, vai atingir os objetivos dessa atividade?
	Avaliação	Consegue descrever o que realizou e como realizou? Qual era o objetivo proposto inicialmente? Houve necessidade de rever algo durante a realização da atividade? Qual o resultado da atividade? Tem consciência do conhecimento adquirido com a realização da atividade? Os resultados encontrados foram os esperados?

Quadro 4: Exemplos de perguntas para compor o guia metacognitivo elaborado pelo professor.

Fonte: Ampliado de Giaconi, 2008.

Os questionamentos metacognitivos, assim como as demais ferramentas didáticas apresentadas, constituem-se em instrumentos que os professores podem utilizar agregando-os as suas ações didáticas, conforme se descreve na sequência.

2.4 Metacognição e as ações didáticas

As ações ou situações didáticas representam as atividades selecionadas para desenvolver os conteúdos escolares. Nesse sentido, procede-se à identificação na literatura das ações didáticas que vêm sendo objeto de investigação em termos da associação com a metacognição, apresentando nesta seção um panorama sobre as possibilidades de tal associação.

Recorrendo à produção científica da área, perceberam-se dois grupos de pesquisas envolvendo ações didáticas no ensino de Ciências: pesquisas que investigam o comportamento de estudantes durante uma situação de aprendizagem e pesquisas que relatam situações didáticas nas quais a metacognição está associada, de forma explícita, a um programa de instrução e, em alguns casos, demonstrando os resultados de sua validação *in loco*.

No primeiro, as pesquisas referem-se a um diagnóstico para mostrar que os estudantes que utilizam suas habilidades metacognitivas atingem de forma mais eficiente seus objetivos cognitivos. Nessas situações a metacognição não decorre de uma estratégia explícita traçada pelos estudantes para, intencionalmente, lograr êxito em suas tarefas. As pesquisas do segundo grupo, que relatam situações de aplicação em sala de aula, apoiam-se na explicitação das estratégias de aprendizagem como forma de evocação do pensamento metacognitivo. São situações didáticas organizadas de modo a favorecer que os estudantes recorram às suas habilidades metacognitivas para resolver a atividade proposta.

No prosseguimento discutem-se algumas dessas pesquisas situadas nos dois grupos mencionados, categorizando-as de acordo com a ação didática. Assim, serão relatadas pesquisas envolvendo resolução de problemas, leitura e interpretação de texto e atividades experimentais, consideradas as mais utilizadas nas disciplinas científicas, especialmente no ensino de Física.

2.4.1 Resolução de problemas

A resolução de problemas, considerada uma das atividades que impulsionam o pensamento humano, ocupa papel central no processo ensino-aprendizagem, bem como nas investigações sobre a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas. Novais e Cruz afirmam que existe uma relação direta e recíproca entre a metacognição e a resolução de problemas. Argumentam que, se, por um lado, a resolução de problemas leva ao treino da metacognição, por outro, a metacognição “faz aumentar as capacidades cognitivas que envolve”. (1987, p. 115-116).

A resolução de problemas associada ao uso de estratégias de aprendizagem metacognitivas expressa-se na capacidade do estudante de resolver situações-problema presentes em sua vida cotidiana. Segundo Martin e Marchesi (1990), os processos metacognitivos na resolução de problemas cumprem uma função autorreguladora, que permite desenvolver no estudante a planificação da estratégia de acordo com a qual realizará o processo de busca da solução do problema; a aplicação de estratégias e controle de seus processos de desenvolvimento e execução; a avaliação do desenvolvimento da estratégia a ser desenhada a fim de detectar possíveis erros que tenham sido cometidos; a modificação durante o desenvolvimento da ação em razão dos resultados da avaliação constante.

De modo especial, a resolução de problemas é destaque no ensino de Matemática e Física, sendo também utilizada na Química, porém em escala menor. A associação da metacognição com o ensino da Matemática apresenta um número significativo de pesquisas. Na Física, apesar de existirem, são tímidas, mas com resultados igualmente significativos. Para exemplificar tais pesquisas no ensino de Física selecionam-se quatro, das quais as duas primeiras referem-se a investigações que buscam apontar o diferencial no desempenho entre estudantes considerados *experts* e os novatos na resolução de problemas (SOUZA; FAVERO, 2002; COLEONI; BUTELER, 2008); outras duas mostram processos de intervenção em sala de aula de forma a proporcionar explicitamente a evocação do pensamento metacognitivo. (NETO; VALENTE, 2001; DAVIS; NUNES; NUNES, 2005).

Souza e Fávero (2002) investigaram a resolução de problemas em Física por meio de trocas verbais entre um especialista (*expert*) e um novato em situação de interação social, de modo a privilegiar as regulações cognitivas em relação a um campo conceitual particular.

Neste trabalho foram criadas situações de interação que permitissem intervir nas operações de regulação cognitiva do sujeito, de tal forma que ele revisasse seu próprio processo de produção em Física, buscando uma (re)elaboração das ações e dos produtos no processo de resolução de problemas. A pesquisa foi desenvolvida em cinco sessões individuais com dois estudantes de curso pré-vestibular. A defesa das autoras está na introdução de um sistema autorregulador para a aprendizagem, ou seja, na recuperação da importância da autorregulação no funcionamento cognitivo de cada sujeito no contexto interacional (sociocognitivista). A metacognição é destacada não como referencial teórico para análise das categorias emergentes da pesquisa, que ficou por conta da teoria dos campos conceituais de Vergnaud, mas como elemento subjacente à situação proposta, por sua proximidade com os mecanismos regulatórios, sendo, inclusive, enfatizada a concepção piagetiana nesse estudo. A análise da interação foi considerada por meio da fala dos estudantes durante a resolução de problemas e da sua tomada de consciência diante dos problemas propostos. Segundo as pesquisadoras, a tomada de consciência refere-se tanto à situação de intervenção como ao papel de cada sujeito (professor e estudante) na interação social. Destacam, ainda, a importância da tomada de consciência do próprio aprendiz em relação à sua cognição no processo de resolução de problema.

Coleoni e Buteler (2008), ao realizarem uma investigação com estudantes universitários na Argentina, relatam que, em situações de resolução de problemas sobre magnetismo, estudantes universitários, considerados novatos neste tipo de problemas, apresentam habilidades metacognitivas, destacando a necessidade de se investir em instruções dessa natureza. Neste estudo foram propostos problemas de magnetismo a nove estudantes, cujas narrativas foram registradas em áudio durante a resolução. A exposição verbal do modo como resolviam os problemas propostos permitiu verificar que se estabelecia relação entre o processo de resolução e a utilização dos recursos metacognitivos. Tais resultados revelaram que os estudantes, mesmo considerados novatos, dispõem de um conjunto de habilidades metacognitivas sobre as quais é plausível desenhar entornos instrucionais.

Neto e Valente (2001) apresentaram uma pesquisa na qual foi investigada a eficiência dos estudantes na resolução de problemas pela proposição de enunciados mais próximos das situações cotidianas e da utilização de estratégias de aprendizagem metacognitiva. O estudo verificou a potencialidade das atividades no desenvolvimento de experiências metacognitivas (comportamento, hábitos e atitudes) e do

modo como podem contribuir para uma mudança positiva dos estudantes na relação entre a Física e a resolução de problemas. A pesquisa foi desenvolvida a partir de intervenção com fichas de resolução metacognitivas de problemas em Física como forma de os estudantes exporem seus processos de pensamento, que subsidiaram as estratégias utilizadas; além disso, essas fichas eram discutidas no grande grupo (toda a classe, em pequenos grupos ou mesmo individualmente), a fim de verbalizar o pensamento. Foram acrescentadas a essa forma de coleta de dados as entrevistas realizadas com os estudantes sobre seus modos de pensar e resolver os problemas e, ainda, a análise do material escrito dos estudantes. Os resultados foram obtidos por comparação entre o grupo experimental e o de controle, apontando como promissora a pesquisa, principalmente em termos da capacidade de compreensão e entendimento da situação-problema por parte dos estudantes. Entretanto, os autores chamam a atenção para outros contingentes que necessitam ser alterados, como os de ordem estrutural e organizacional, apontando a necessidade de se utilizarem materiais didáticos coerentes com a proposta e de que os professores estejam preparados para o ensino que envolve estratégias de aprendizagem de ordem metacognitiva, destacando que são eles os verdadeiros promotores da mudança no ensino.

A pesquisa desenvolvida por Davis, Nunes e Nunes (2005) descreve um projeto⁹ no qual a metacognição é associada ao ensino de Física como mecanismo favorecedor da aprendizagem e vinculado ao sucesso escolar. Os autores discutem a importância de serem proporcionadas no ambiente escolar situações que levem a uma cultura do pensamento pelo uso da metacognição, relatando uma atividade desenvolvida com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio na disciplina de Física. Os estudantes são desafiados pelo professor a propor situações-problema e, por meio de uma sequência de passos criteriosamente seguidos, desenvolvem a sequência didática proposta. A atividade requer a construção de situações que envolvam a compreensão dos conceitos da Física e seu emprego, bem como o planejamento da ação (desde a elaboração de estratégias de pensamento até o monitoramento do próprio processo de resolução da tarefa). Dois instrumentos guiam a atividade e servem de avaliação para o professor: a ata e a rubrica. A primeira tem a finalidade de fazer o acompanhamento do grupo, com a descrição de todas as ações, ou seja,

⁹ Projeto LabVirt, desenvolvido no Laboratório Didático Virtual na Escola do Futuro da Universidade de São Paulo, voltado basicamente para o ensino de Física no Ensino Médio.

toda participação e manifestação dos estudantes é registrada. A elaboração da ata, juntamente com o desenvolvimento do trabalho em equipe, obedece a uma definição de papéis que se alternam a cada aula (anotador, mediador, cronometrista etc.). A rubrica, por sua vez, representa um instrumento de guia relativo aos passos dados pelo professor, ou seja, o planejamento do professor com seus objetivos, o que auxilia na definição de critérios de avaliação, os quais são anunciados para os estudantes. Ao final das atividades desenvolvidas, os produtos gerados pelos estudantes são divulgados na internet, promovendo o sentimento de capacidade e competência neles. Nessas atividades ativam-se a criatividade e a motivação para aprender, sendo destacado pelos autores que o objetivo é proporcionar o desenvolvimento das habilidades metacognitivas de modo associado à aprendizagem.

2.4.2 Leitura e interpretação de textos

A aquisição de habilidades e conhecimentos em leituras e compreensão de textos não pode ser entendida como de responsabilidade apenas das disciplinas vinculadas ao estudo da linguagem, mas deve constituir objeto de estudo de todas as disciplinas escolares. Saber ler, interpretar, redigir textos, entre outras habilidades linguísticas, é fundamental para que os sujeitos vivam em sociedade e dela se sintam parte atuante. Paris, Wasik e Turner (1991), ao investigarem a leitura por meio de estratégias de aprendizagem metacognitiva, relatam que a importância dessas estratégias reside no fato de que é o leitor quem decide pelo seu uso no momento em que percebe que sua compreensão do texto não está sendo alcançada. Tal atitude é o início de um processo de monitoração da compreensão que levará a outros igualmente significativos, o que permitirá uma leitura mais eficaz do texto.

As pesquisas nessa área revelam que a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas encontra-se relacionada aos processos de compreensão na leitura para novatos e para *experts*. As diferenças entre esses dois tipos de leitores derivam de dois fatores: os conhecimentos prévios e as estratégias pelas quais optam durante o processo de leitura. Considerando-se que ambos os processos envolvem ativar o pensamento, tem-se que uma boa leitura é consequência da utilização da metacognição.

Como exemplo de pesquisa que mostra essa interdependência entre os conhecimentos prévios e as estratégias de aprendizagem metacognitivas para a eficiência na compreensão do texto apresenta-se a desenvolvida por Otero (1990). O autor investigou a leitura e interpretação de textos em Física, tendo como objetivo estudar os problemas apresentados por estudantes relativos aos processos de compreensão e aprendizagem de textos de natureza científica. O estudo mostrou que os estudantes criam esquemas cognitivos para aprendizagem e recorrem ao controle da própria compreensão ao processar as informações contidas em textos dessa natureza. Entretanto, tais recursos, sejam cognitivos (esquemas), sejam metacognitivos (controle executivo), nem sempre oferecem ao estudante uma compreensão coerente do texto.

Para o autor, esses problemas podem estar relacionados à falta de conhecimentos prévios sobre o assunto, ou ao fato de os mecanismos ativados serem inadequados para essa compreensão. É mais, os estudantes podem não se dar conta de tais problemas e proceder de forma inadequada em suas respostas, sem pensar nelas, o que caracteriza problemas típicos de natureza metacognitiva: “[...] não se trata somente de que o aluno não entende uma informação correta, senão que não se dá conta de que não entende. Não controla adequadamente sua compreensão. [...] ‘entende corretamente’ uma informação incorreta, com erros que deveria detectar” (OTERO, 1990, p. 20, destaque do autor, tradução nossa). O estudo baseou-se em entrevistas clínicas e apontou a deficiência dos estudantes neste tipo de atividade, revelando a necessidade de que questões metacognitivas sejam incorporadas às atividades de leitura e interpretação de textos como forma de tornar mais explícito o que os estudantes pensam. O autor reitera que a aprendizagem depende de quem aprende – neste caso faltou aos estudantes a tomada de consciência de que não havia conhecimentos para entender, ou, mesmo, de que os possuíam de forma errônea.

2.4.3 Avaliação da aprendizagem

A avaliação constitui elemento sistemático para atingir um propósito e está presente nos diversos momentos de uma ação. No âmbito escolar, representa as informações de que o professor necessita para verificar a eficácia da aprendizagem. Por meio da avaliação, o docente vigia o estudante, o que lhe possibilita tomar decisões sobre as

necessidades de cada um, buscando, assim, auxiliá-lo na superação das dificuldades encontradas para a apropriação do conhecimento.

A avaliação deve promover momentos de diálogo, de busca por compartilhar significados, de autoestima e autoconfiança no estudante. Entretanto, há a necessidade de se considerar que o processo de avaliação escolar representa um dos aspectos de maior dificuldade na ação pedagógica dos professores. O processo de avaliação é extremamente complexo, sofrendo influência de aspectos socioculturais, didáticos, psicológicos, entre outros. Hoffmann (1998) aponta que, ao avaliar o estudante com base em suas próprias concepções, o professor se faz partícipe de uma escola seletiva e excludente. Continua a autora afirmando que o professor, além de respeitar as diferenças entre os estudantes, deve compreendê-los com base em suas histórias, no meio em que vivem, e conhecer quais são, efetivamente, os seus objetivos e a sua capacidade de aquisição do conhecimento.

É nessa medida que se menciona a importância de associar a metacognição no processo de avaliação da aprendizagem, porque permitirá ao estudante fazer suas escolhas e se autoconhecer. Um exemplo dessa importância é o estudo desenvolvido por Borges, Coelho e Júlio (2005), no qual estudantes foram estimulados a escolher, entre um conjunto de formas de avaliação, aquela que atendia as suas características pessoais de aprendizagem, atribuindo de antemão valores a cada uma dessas atividades. O objetivo da pesquisa estava centrado em propiciar ao estudante a oportunidade de fazer escolhas, buscando contemplar as diferenças individuais quanto à preferência da modalidade de avaliação e à autoconsciência sobre o potencial de desempenho em cada atividade. A metacognição aparece como indicativo desse desempenho, de modo a analisar a capacidade de julgamento antecipado das escolhas feitas pelos estudantes, ou seja, como forma de avaliar a expectativa diante do desempenho em uma determinada tarefa. Como resultado dessa pesquisa os autores mencionam que o tipo de avaliação realizada permite contemplar as habilidades e capacidades individuais nos estudantes, assim como os induz a realizar com maior empenho as atividades consideradas mais relevantes para seu pleno desenvolvimento. Segundo os autores, isso possibilitou estabelecer uma cultura de disciplina e estudo persistente, sem entrar em conflito com as preferências individuais dos estudantes.

2.4.4 Atividades experimentais

As atividades experimentais estão entre as ações didáticas consideradas por especialistas como indispensáveis à construção dos conhecimentos científicos, principalmente em Física. Atuam de maneira a favorecer que a construção dos conhecimentos seja realizada pelo próprio estudante, mostrando-lhe que esse conhecimento científico não decorre de verdades estabelecidas e inquestionáveis, mas, sim, é um processo em construção, (re)elaboração.

Sem estender essa discussão, uma vez que será aprofundada no próximo capítulo, acrescenta-se a necessidade de que tais atividades conduzam os estudantes à aprendizagem dos conceitos físicos e que, ao mesmo tempo, favoreçam o desenvolvimento das capacidades científicas necessárias à sua atuação crítica e eficaz na sociedade, independentemente de sua opção profissional.

Das poucas pesquisas referentes à utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas e às atividades experimentais na educação científica descrevem-se três, das quais duas estão relacionadas ao ensino de Física e uma, ao de Química, e todas vinculadas ao Ensino Superior.

A primeira pesquisa é a desenvolvida por Gunstone e Northfield (1994) na investigação da utilização do pensamento metacognitivo nas atividades associadas ao laboratório didático de Física em cursos de formação inicial ou continuada de professores. Neste estudo investigou-se a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas pelo uso da ferramenta didática POE junto a um curso de formação inicial e continuada de professores. As atividades desenvolvidas neste estudo consistiram de experimentos de Física com o objetivo de investigar a pertinência desse tipo de organização didática e as contribuições para a apropriação do saber. Iniciaram pela formulação de hipóteses pelos estudantes (futuros professores e professores em exercício) acerca do fenômeno em estudo, destacando as razões que os levaram a ter essas suposições; na sequência, as atividades experimentais desenvolveram-se de modo que eles confrontassem o observado com suas predições; por último, foram solicitadas as explicações. Como resultados, os pesquisadores, além de enfatizar a importância metacognitiva desse tipo de estratégia de aprendizagem, relatam que essas atividades permitem chamar a atenção para o papel que a observação exerce no ensino de Ciências.

O segundo estudo, desenvolvido por Zuliani e Ângelo (1999) no ensino de Química, teve por objetivo avaliar a aplicabilidade de

estratégias de aprendizagem metacognitivas na apropriação do conhecimento específico, num processo no qual o estudante assumia responsabilidades por sua aprendizagem e o professor exercia papel de mediador do processo. A partir da elaboração de projetos referentes à Química no cotidiano, os estudantes escolhiam seus temas, elaboravam e desenvolviam a atividade experimental. Além desses dois quesitos, foi avaliado o desempenho dos estudantes na redação e procedeu-se à discussão dos resultados finais de cada atividade, tudo gravado por vídeo e áudio, para posterior análise. O estudo apontou que os estudantes foram gradativamente utilizando recursos metacognitivos e, percebendo suas capacidades, desenvolveram a atividade com maior dedicação e interesse. A metacognição apareceu como elemento coadjuvante às ações dos estudantes, pela tomada de consciência sobre a responsabilidade de cada um no processo de construção do saber. Segundo esses autores,

a percepção da habilidade em executar uma tarefa pode ter uma influência mais crítica no comportamento que os incentivos ou a habilidade pessoal. Isto fica bastante claro nas atitudes dos estudantes durante o desenvolvimento dos projetos e na elaboração dos relatórios. À medida que passaram a perceber a própria capacidade o trabalho foi desenvolvido com mais interesse e dedicação. Durante o desenvolvimento deste curso constatou-se uma utilização crescente destas estratégias pois os alunos perceberam-se responsáveis pelo próprio desenvolvimento. (1999, p. 11-12).

Como terceira pesquisa, relata-se a desenvolvida com estudantes universitários durante suas aulas de laboratório de Física. O estudo realizado por Kung e Linder (2007) investigou a ação espontânea do pensamento metacognitivo nos estudantes durante a atividade em laboratório, tendo por objetivo quantificar essa ação espontânea, verificando sua validade para este tipo de atividade. Foram gravadas as atividades desenvolvidas em oito grupos de trabalho durante três tipos diferentes de introdução ao laboratório de Física. Como resultado, as autoras assinalam a existência de uma diferença por conta das declarações metacognitivas dos estudantes, ocorrendo mudanças no seu

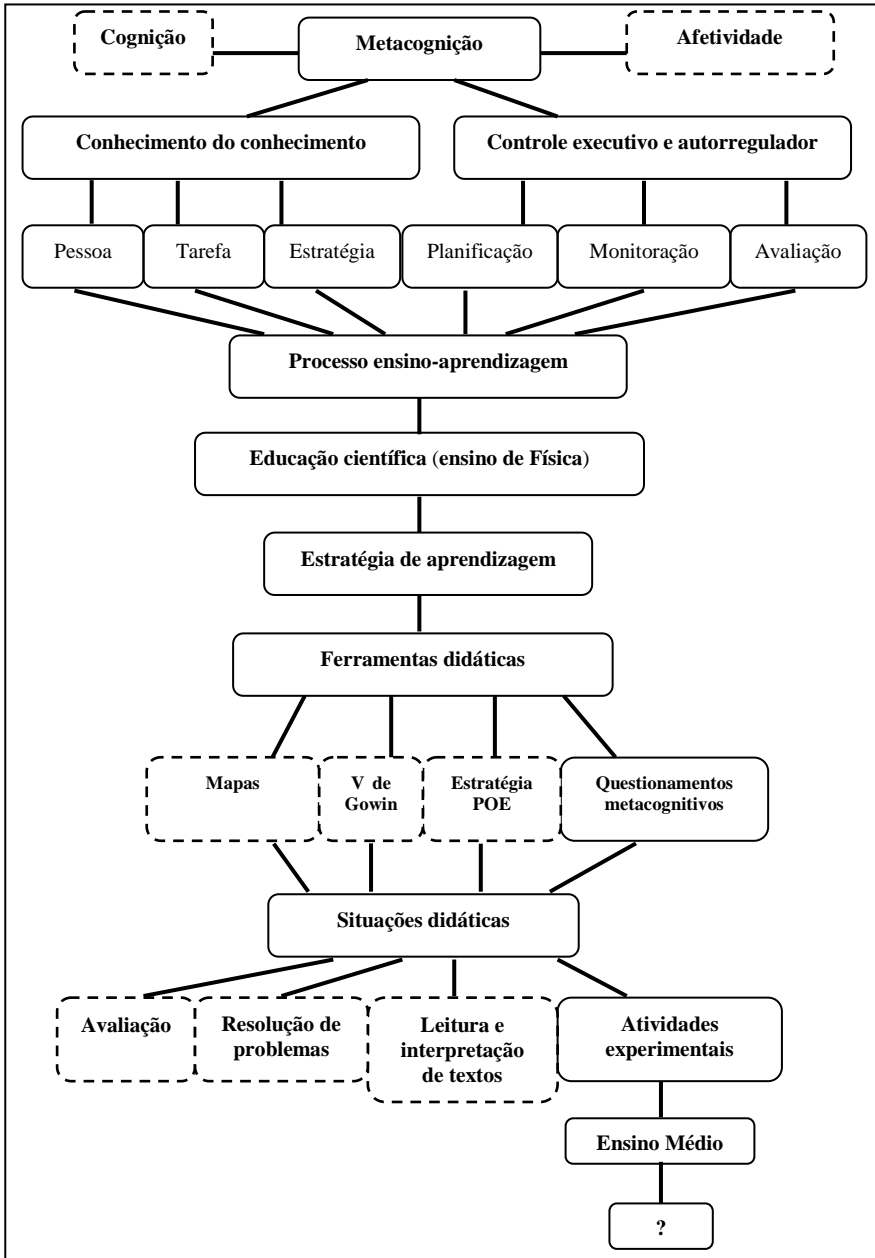
comportamento. Por exemplo, um grupo retomou os dados experimentais para discutir a forma de compreender determinado resultado obtido depois que um deles fez comentários referentes a dados confusos.

Esse estudo indica o quanto é importante considerar a metacognição durante o processo de construção do conhecimento, destacando-a como responsável pela mudança de comportamento dos estudantes durante as situações de aprendizagem em escala maior que as variações didáticas oferecidas por diferentes tipos de laboratório. Surpreendentemente, nesta investigação a utilização do pensamento metacognitivo variou mais dentro dos diferentes tipos de laboratório do que entre eles, evidenciando que a metacognição depende mais dos membros do grupo, de sua integração e interação, de seus hábitos de expressão e de pensamento, do que do tipo de laboratório. As implicações deste estudo aplicam-se ao desenvolvimento das investigações metacognitivas e sugerem uma forma de avaliar a concepção de um estudante no laboratório. As atividades vinculadas a esse laboratório devem ser concebidas de modo que os estudantes percebam que alterar o seu comportamento por meio de um processo que envolve metacognição beneficiará a sua compreensão e resultados experimentais.

As investigações envolvendo metacognição e atividades experimentais aqui relatadas evidenciam a carência de resultados mais profícuos sobre a potencialidade dessa associação. Tal situação é especialmente significativa em se tratando do Ensino Médio, uma vez que nenhuma investigação foi constatada neste nível de escolarização, o que reforça a justificativa dada nesta tese. Assim, o exposto remete ao questionamento de como as atividades experimentais favorecem a inserção explícita do pensamento metacognitivo em estudantes do Ensino Médio, o qual define o objeto de investigação, ao qual se pretende responder nos próximos capítulos.

Por fim, e com vistas a apontar as escolhas feitas diante da fundamentação teórica sobre metacognição construída nestes dois primeiros capítulos, apresenta-se o quadro a seguir. Nele estão esquematizados os tópicos de âmbito metacognitivo que servirão de referencial para o modelo proposto às atividades experimentais metacognitivas deste estudo, permitindo visualizar um panorama geral de como será estabelecido o recorte diante da teoria apresentada. Os retângulos com linha contínua representam as opções vinculadas à metacognição, cuja operacionalização se dá na forma de proposta de um

modelo de atividades experimentais de orientação metacognitiva a ser apresentado no próximo capítulo.



Quadro 5: Esquema representativo de escolhas na pesquisa.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

CAPÍTULO 3

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

3.1 Introdução

Nas considerações iniciais deste trabalho, discutiu-se que as atividades associadas ao laboratório didático pouco têm contribuído para amenizar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes diante dos conteúdos de Física. Nesse sentido, apontou-se a pertinência de repensá-las em termos de sua estrutura organizacional, assinalando a concepção construtivista como linha norteadora para essa reorientação. Além disso, e por conta da necessidade de qualificar essa ação didática no que diz respeito à aprendizagem dos conceitos, aventou-se a possibilidade de incluir momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo.

Os dois primeiros capítulos ocuparam-se em discutir a metacognição e sua aproximação com a educação científica (ensino de Física), destacando os entornos dessa relação. No que concerne às atividades experimentais, as referidas seções limitaram-se a refletir sobre sua proximidade com a metacognição, deixando em aberto reflexões mais específicas relativas a essas atividades, sobre o que passa a tratar este terceiro capítulo.

O objetivo, aqui, é focar questões epistemológicas presentes no ensino de Física e, mais diretamente, nas atividades associadas ao laboratório didático, complementando os aspectos decorrentes da psicologia cognitiva mencionados ao longo do primeiro capítulo. Com base em tais discussões, apresenta-se, ao final do capítulo, o modelo de organização didático-metodológica para as atividades experimentais na orientação metacognitiva, elaborada para este estudo. Esse modelo proposto, embora construído após a sondagem, foi incluída neste capítulo como forma de demarcar a teoria, uma vez que, na continuidade, apresentam-se os dados empíricos decorrentes das quatro fases da pesquisa.

Para tanto, o capítulo estrutura-se de modo a esclarecer, inicialmente, que, do ponto de vista epistemológico, experiência e experimentação apresentam entendimentos distintos. O destaque da seção fica por conta da epistemologia de Gaston Bachelard, abrindo espaço para as questões relacionadas ao ensino de Física. Na continuidade, expõe-se o referencial teórico construtivista, tido como

pressuposto do modelo proposto de atividade experimental metacognitiva deste estudo, referenciado na obra de Pinho-Alves (2000). O capítulo relata, ainda, a presença do laboratório didático no ensino de Física, finalizando suas discussões com a apresentação do modelo didático-metodológico elaborado para as Atividades Experimentais Metacognitivas, abreviadas como “AEMc”.

Salienta-se que as discussões impressas neste capítulo tomam por referência a obra de Pinho-Alves (2000). Portanto, o que antecede a apresentação do modelo de AEMc representa um recorte de sua obra, complementada com as discussões de Bachelard e com o anunciado nos Parâmetros Curriculares Nacionais quanto ao papel das atividades experimentais no ensino de Física.

3.2 Contexto epistemológico

3.2.1 Experiência e experimentação

É comum encontrar na literatura a utilização muitas vezes indiscriminada de termos como “experiência” e “experimentação”, os quais são utilizados como sinônimos, sem qualquer distinção entre seus significados e, mais, sem considerar que se referem a contextos epistemológicos distintos. Por entender que, ao explicitar a distinção entre tais expressões, se estão analisando os contingentes que as cercam, procede-se na continuidade a uma breve explanação do que se entende por experiência e por experimentação.

Por experiência é entendido o conhecimento derivado do senso comum, que, em virtude de seu caráter mais flexível, com atitudes mais especulativas, possibilita que o sujeito construa seus conhecimentos com base em suas interpretações de mundo. “A experiência está fortemente ligada ao cotidiano do ser humano, às suas interações mais livres e mais descomprometidas formalmente com seu entorno socioambiental”. (PINHO-ALVES, 2000, p. 150).

O conhecimento que deriva do senso comum é abrangente e encontra-se enraizado em todos os indivíduos, sendo produto de uma prática que se faz social e historicamente, na qual ocorrem as explicações para a vida, para as regras de comportamento social, para o trabalho, para os fenômenos da natureza etc.; seu caráter mais “livre” decorre das construções baseadas apenas nas experiências cotidianas,

não havendo uma preocupação com o rigor. Por isso, é considerado um saber ingênuo, sem postura crítica.

Tais características o diferenciam do conhecimento científico, que, por sua vez, encontra-se relacionado ao questionamento humano sobre a causa dos diferentes fenômenos naturais. Esse conhecimento apresenta um caráter de generalidade e de diferenciação, pelo qual as relações causais são aceitas apenas com estudo detalhado do fato e de suas relações; surpreende-se com as semelhanças e as diferenças entre as coisas; diferencia o pensamento científico da atividade imaginativa do homem, com suas fantasias e imagens ingênuas; valoriza o conhecimento racional e busca renovação e mudanças contínuas; os novos conhecimentos devem ser socializados para garantir sua sobrevivência, aceitando críticas e se refazendo continuamente. (BACHELARD, 1977).

Ao conhecimento científico agrega-se a experimentação, vinculada a uma rigidez metodológica. “A experimentação é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer ‘verdades científicas’” (PINHO-ALVES, 2000, p. 150, destaque do autor). A experimentação normalmente vinculada à atividade do cientista representa uma ferramenta a seu dispor no processo de construção do conhecimento científico, com o intuito de produzir condições para conceber esse conhecimento, superando a visão de que a experiência produzia evidências por si só.

Historicamente, a experimentação apresenta-se vinculada à maneira como a produção do conhecimento é interpretada. Na perspectiva empirista, assume *status* de principal, senão como única fonte do conhecimento. Nessa concepção, a experimentação assume papel relevante, visto que as leis formuladas pelas ciências naturais devem estar adequadas às situações empíricas propostas, seguindo a lógica sequencial para a formulação de hipóteses e análise de seu fundamento. O cientista, ao se defrontar com o problema, realiza alguns experimentos que lhe permitem fazer observações detalhadas e neutras, coletar dados, registrá-los e divulgá-los a outros membros de sua comunidade, tentando refinar as explicações dadas aos fenômenos relacionados ao problema em estudo. Se as observações e os dados derivados do estágio de experimentação permitem a formulação de enunciados mais genéricos, estes adquirem a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangência das hipóteses e do número de experimentos aprovados. Para Praia, Cachapuz e Gil-Pérez:

De uma forma geral, os empiristas e os indutivistas, para quem todo o conhecimento vem da experiência, tentam reduzir a experimentação a uma manipulação de variáveis. O investigador faz, antes de tudo, um inventário empírico de parâmetros susceptíveis de ter influência no fenómeno estudado para, em seguida, os fazer variar e, eventualmente, depois dos resultados obtidos, estabelecer uma lei que lhes de sentido e coerência. (2005, p. 97).

Na interpretação dos racionalistas, o objeto científico não é produzido pela experimentação, a qual tem o intuito de verificação e confirmação da teoria. Segundo Pinho-Alves, “a experiência [experimentação] fica subordinada à razão, na medida em que se reduz, praticamente, a uma função comprobatória. A experiência [experimentação] se faz presente, quando solicitada, caso contrário é dispensável” (2000, p. 181). Ao valorizar em demasia o pensamento centrado na razão, os racionalistas colocam a experimentação em um plano secundário, “de onde só seria chamada se necessário”. (PINHO-ALVES, 2000, p. 181).

Na perspectiva de Praia, Cachapuz e Gil-Pérez:

Numa perspectiva racionalista, enquanto programa de investigação progressivo, a experiência científica deve ser guiada por uma hipótese, que procura funcionar, sobretudo, como tentativa da sua retificação e questionamento – ele interroga, problematiza –, conduzindo, muitas vezes, a outras hipóteses. Trata-se de um diálogo entre hipótese/teorias e a própria experimentação, diálogo nem sempre simples, já que, também aqui, o confronto entre o teórico (o idealizado) e a prática (o realizado) se interligam. Reside aqui, pensarmos, uma das riquezas heurísticas da experimentação. Se a hipótese intervém ativamente nas explicações que os resultados da experiência sugerem, a teoria tem um papel primordial na avaliação dos resultados obtidos. (2005, p. 98).

Resumidamente, dos empiristas tem-se o método indutivista, no qual os dados são coletados diretamente de observações; dos racionalistas, a dedução pela qual a razão (matemática) se mostra como a fonte para chegar ao conhecimento científico. Galileu, por sua vez, vai estabelecer a relação entre ambas, teoria e prática, entre a evidência empírica do senso comum e a autoridade da evidência matemática, conforme mencionado por Japiassú (1997). É com ele que o método experimental toma forma, conforme expressa Pinho-Alves:

A experimentação como entidade e a matemática como sua linguagem, compõe o cerne que fundamenta a concepção de método experimental proposto por Galileu. [...]. A observação e a experimentação tornam-se, desse modo, requisitos metodológicos para a construção da ciência. (2000, p. 184-185).

Sem se ater em demasia a essa discussão, cujo aprofundamento pode ser dado na obra de Pinho-Alves (2000), destaca-se que outras posições filosóficas sobre a produção científica permearam a história, alternando-se entre o racional e o empírico. Entretanto, ao final do século XIX, nem uma nem outra posição sustentava as discussões sobre a produção do conhecimento, abrindo espaço para “reavaliação do conceito de ciência, dos critérios de certeza, da relação entre ciência e realidade, da validade dos modelos científicos, etc.” (PINHO-ALVES, 2000, p. 196). Disso resultou uma nova orientação epistemológica, denominada “construtivismo”.

Inicialmente, no campo epistemológico e, posteriormente, no campo educacional, essa nova concepção entende que o conhecimento não está no objeto, como defendem os empiristas, nem no sujeito, como querem os racionalistas, mas, sim, na interação entre sujeito e objeto. Jean Piaget é tido como o grande idealizador deste movimento, que nesses cem anos de existência permeia diferentes campos do conhecimento. Além dos trabalhos de Piaget, na epistemologia, os trabalhos de Popper, Lakatos, Kuhn, Bachelard, Bunge, Toulmin, entre outros, são tidos como os grandes referenciais de discussão; na psicologia, Vygotsky, Ausubel, entre outros, também marcam a importância deste movimento para a aprendizagem.

Dentre esses elegem-se os estudos do filósofo francês Gaston Bachelard para dar prosseguimento as discussões epistemológicas relativas ao construtivismo. A escolha leva em consideração a proximidade dos trabalhos do autor com o processo ensino-aprendizagem em Ciências, permitindo direcionar o olhar para as atividades experimentais presentes no contexto escolar, tema de discussão da próxima seção. Sua atuação como professor na escola secundária possibilitou analisar as questões epistemológicas a respeito do conhecimento científico não apenas no contexto do cientista, mas também e, de particular interesse neste estudo, na escola.

3.2.2 Epistemologia de Gaston Bachelard

Bachelard, antes de tudo, mostra que os problemas enfrentados pelos cientistas na produção do conhecimento estão igualmente presentes no contexto da sala de aula, e o ensino precisa atuar na busca pela superação dessas dificuldades. Sua epistemologia encontra-se diretamente relacionada à revolução científica promovida no início do século XX, principalmente após a emergência da Teoria da Relatividade. Nesse contexto, buscando compreender como a ciência progride, Bachelard afirma que, antes de tudo, ela representa a superação de obstáculos epistemológicos, entendidos por ele como retardos e perturbações que se incrustam no próprio ato de conhecer, representando uma resistência do pensamento ao pensamento.

Bachelard não concebe o progresso da ciência como linear, mas, sim, como descontínuista, dialético e inacabado. Em sua perspectiva, o avanço da ciência só se dá por discontinuidades ou rupturas, sendo esta um não, uma negação a um passado de erros. Investigar as fontes dessas rupturas é uma das preocupações epistemológicas de Bachelard, cuja conclusão é de que as rupturas estão relacionadas ao fato (às vezes ignorado pela Ciência) de que o sujeito, no próprio ato de conhecer, coloca muito de si próprio, de sua individualidade, impregnando o conhecimento científico de traços de subjetividade, de imaginários, muitas vezes de caráter íntimo. Esses traços seriam os responsáveis pela permanência de impurezas no ato de conhecer, as quais escapam ao controle dos cientistas.

A análise completa da obra de Bachelard foge aos propósitos deste estudo, contudo os conceitos de obstáculos epistemológicos e rupturas representam uma oportunidade de se refletir sobre a

epistemologia presente na produção do conhecimento científico e também no ensino de Ciências, em particular na utilização das atividades experimentais. Somado a esse dois conceitos, aborda-se a importância dada pelo autor ao papel do erro na aprendizagem, o qual, na sua acepção, tem caráter benéfico para o processo ensino-aprendizagem, não o contrário, como apregoam as metodologias tradicionais de ensino.

Para iniciar a reflexão sobre os obstáculos epistemológicos no contexto histórico da produção científica, Bachelard identifica a existência de três grandes períodos que marcaram a evolução do pensamento científico, os quais guiam a sua teoria. Conforme suas palavras:

[...] para obter uma clareza provisória, se fôssemos forçados a rotular de modo grosseiro as diferentes etapas históricas do pensamento científico, seríamos levados a distinguir três grandes períodos: o primeiro período, que representa o *estado pré-científico*, compreenderia tanto a Antiguidade clássica quanto os séculos de renascimento e de novas buscas, como os séculos XVI, XVII e até o XVIII. O segundo período, que representa o *estado científico*, em preparação no final do século XVIII, se estenderia por todo o século XIX e início do século XX. Em terceiro lugar, consideraríamos o ano de 1905 como o início da era do *novo espírito científico*, momento em que a Relatividade de Einstein deforma conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre. (1996, p. 9, destaque do autor).

E é com o *novo espírito científico* que Bachelard, preocupado com a formação do pensamento científico entre os jovens, ressalta que a apropriação desse conhecimento implica a superação de obstáculos epistemológicos. Da mesma forma isso ocorre no desenvolvimento da Ciência, pois o conhecimento novo surge à medida que os obstáculos são ultrapassados. É na ruptura que o conhecimento se constrói, da mesma forma como é com essa ruptura que os saberes do senso comum se convertem em saberes científicos.

Esses obstáculos são denominados de “obstáculos epistemológicos”, entendidos como dificuldades encontradas pelos sujeitos para compreender o conhecimento, o que não se refere apenas aos cientistas ou aos estudantes, mas ao pensamento de qualquer sujeito. Nas palavras de Bachelard:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que *é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado*. [...] é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológico. [...] o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização. (1996, p. 17, destaque do autor).

Os obstáculos epistemológicos encontram-se intimamente ligados à afirmação de Bachelard de que o conhecimento científico precisa, antes de tudo, estabelecer uma ruptura com o conhecimento comum, o qual é o primeiro obstáculo à construção do saber científico.

Em termos da história da Ciência, Bachelard salienta a importância da interpretação ou do julgamento que se deve fazer ao analisar a evolução deste pensamento, superando as narrativas de fatos e eventos. Essa história é marcada por um conjunto de rupturas, de retificações, de análise de erros segundo um processo dialético.

[...] a história das ciências é essencialmente uma história julgada no detalhe de sua trama, com um sentido que deve ser incessantemente afinado em seus valores de verdade. A história das ciências não poderia ser simplesmente uma história que registra. As atas das academias contêm, naturalmente, ciências. Todavia, essas atas não constituem verdadeiramente uma história da ciência. É preciso que o historiador trace linhas de progresso. (BACHELARD, 1977, p. 141-142).

Tais linhas permitem identificar os conhecimentos que contribuíram e os que entravaram o avanço científico, mostrando a ocorrência de uma descontinuidade na linearidade do tempo histórico, ou seja, as linhas possibilitam estabelecer rupturas na produção do conhecimento histórico. Essa ruptura é destacada por Oliveira, ao mencionar que “romper com o saber de ontem, negá-lo, mas também reagrupá-lo, hierarquizá-lo em um contexto de conhecimento ampliado é, para Bachelard, a tarefa assumida pela ciência contemporânea”. (2000, p. 63).

Na evolução do pensamento científico, Bachelard demonstra a existência de rupturas por meio de exemplos em Química e Física. Especificamente em Física, cita a Mecânica Clássica, que motivou Einstein a pensar na impossibilidade da simultaneidade dos eventos. Para responder a esta questão fazia-se necessário romper com o conceito de simultaneidade na forma, como proposto por Galileu e não questionado por Newton ou outros cientistas. E foi isso que ele fez, abrindo mão de formas de pensamento existentes para estabelecer o novo conhecimento. Segundo Bachelard, essa passagem da Mecânica Clássica para a Relativística é um exemplo de negação que caracterizou o pensamento científico do século XX. Esse rompimento com as concepções anteriores, como é o caso da newtoniana, trouxe a ideia da existência de um real científico (relação entre razão e experimento), que, embora represente conhecimento provisório, busca rever o existente estabelecido pelas primeiras impressões.

Bachelard, na obra *A formação do espírito científico*, tipifica as principais categorias de obstáculos ao progresso da ciência. Paralelamente, menciona tais obstáculos com referência a situações pedagógicas, afirmando que são uma barreira à apropriação do conhecimento científico, uma vez que obstruem a atividade racional do estudante. Conforme Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002), Bachelard,

nessa obra, possibilita compreender como a forma da linguagem pode dificultar o trabalho do cientista e constituir um obstáculo epistemológico ao pensamento científico. Continuam os autores destacando que “a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada tanto no desenvolvimento histórico do pensamento científico, como também na educação, pois estes mesmos obstáculos constituem-se em obstáculos pedagógicos para o ensino de ciências”. (2002, p. 3).

O primeiro obstáculo mencionado por Bachelard relaciona-se à experiência primeira, ou, mais precisamente, às impressões resultantes da observação primeira, representadas pela realidade e pelo senso comum. Para o autor, “diante do mistério do real, a alma não pode, por decreto, tornar-se ingênua. É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber”. (BACHELARD, 1996, p. 18, destaque nosso).

Com isso, o autor destaca o primeiro obstáculo para a construção do conhecimento científico, a experiência primeira. No caso das pesquisas científicas e nas atividades relacionadas ao laboratório didático, a observação direta acaba levando a encantamentos, dificultando a elaboração do conhecimento científico. A preocupação do autor é que a satisfação e a admiração por imagens predominem em detrimento dos fundamentos explicativos dos fenômenos que fazem parte da experimentação ou de sua utilização no ensino. Com objetivo de impedir isso, Bachelard propõe uma ação que chamou de “trazer a bancada do laboratório para o quadro-negro”, numa tentativa de minimizar ou de dar outro significado a essa experiência primeira. Para ele, imagens são metáforas às quais não pode se curvar a ciência, pois experiências repletas delas têm pouco valor se não for extraído o abstrato do concreto. O experimento não deve se resumir a uma série de resultados visualmente interessantes, mas, sim, ser utilizado como uma ferramenta auxiliar ilustrativa. (BACHELARD, 1996).

No seu entender, é necessário que o cientista adote uma postura epistemológica que ultrapasse as aproximações empiristas sobre os objetos, proclamando, assim, um “novo espírito científico”. As experiências não podem ser feitas no vazio teórico, mas realizadas com base em referenciais teóricos. Segundo essa concepção, o cientista aproxima-se do objeto por meio da teoria, renunciando aos métodos que se baseiam nos sentidos e na experiência comum, pois o método experimental não é direto e imediato, mas indireto e mediado pela razão. Bachelard afirma que o vetor epistemológico caminha do “racional para

o real”, evidenciando a presença do racionalismo em seu pensamento. Em suas palavras:

Entre o conhecimento comum e o conhecimento científico a ruptura nos parece tão nítida que estes dois tipos de conhecimento não poderiam ter a mesma filosofia. O empirismo é a filosofia que convém ao conhecimento comum. O empirismo encontra aí sua raiz, suas provas, seu desenvolvimento. Ao contrário, o conhecimento científico é solidário com o racionalismo e, quer se queira ou não, o racionalismo está ligado à ciência, o racionalismo reclama fins científicos. Pela atividade científica, o racionalismo conhece uma atividade dialética que prescreve uma extensão constante dos métodos. (1972, p. 45).

O diferencial do racionalismo bachelardiano é a preocupação constante com a aplicação. Uma marca fundamental do “novo espírito científico” é o “racionalismo aplicado”, que atua na dicotomia entre a experiência e a teoria, o que representa a dupla determinação do espírito sobre o objeto e deste sobre a experiência do cientista. “Impõe-se hoje situar-se no centro em que o espírito cognoscente é determinado pelo objeto preciso do seu conhecimento e onde, em contrapartida, ele determina com mais rigor sua experiência”. (BACHELARD, 1977, p. 109).

Em termos de aprendizagem, Bachelard mostra a necessidade de que seja estabelecido o rompimento com a realidade, uma vez que esta é conhecida pelos estudantes por meio dos sentidos, os quais, por sua vez, são limitados e falhos. Os conhecimentos prévios que os estudantes trazem para a sala de aula, advindos de suas observações da realidade, precisam ser confrontados com os de cunho científico.

No caso das atividades experimentais, é necessário que o professor considere que não estão livres de pressupostos teóricos, mas, sim, que cada atividade é desenvolvida a partir deles e que os resultados estão correlacionados. Somado a isso, é importante ter consciência de que cada estudante desenvolve essas atividades de acordo com suas percepções e conhecimentos, os quais são advindos de seu mundo, e que a tarefa principal do ensino é a de confrontar esses conhecimentos e provocar alterações nela. É preciso que os professores de Física superem

o fato de não levarem “em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana”. (BACHELARD, 1996, p. 23, destaque do autor).

Como exemplo, Bachelard cita o estudo do princípio de Arquimedes, que, mesmo em sua forma simples, precisa ser desmistificado antes de ser apresentado aos estudantes. “O equilíbrio dos corpos flutuantes é objeto de uma intuição habitual que é um amontoado de erros” (1996, p. 23). Tais erros precisam ser discutidos e apontados para, só então, ser apresentado o novo e realizada a atividade proposta. “Logo, toda cultura científica deve começar, [...] por uma catarse intelectual e afetiva. [...] substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir”. (1996, p. 24).

Bachelard lembra que o espírito pré-científico se acomoda com esta ciência de primeira aproximação, em que não é preciso compreender, basta ver. Entretanto, o espírito científico deve se constituir “contra” o natural, resistindo a ele. As experiências primeiras formam-se do concreto e subjetivo. “Não é pois de admirar que o primeiro conhecimento objetivo seja um primeiro erro”. (1996, p. 68).

Como segundo obstáculo epistemológico, tem-se as generalizações, comuns nas ciências. A busca por princípios gerais, capazes de fornecer explicações sobre o maior número possível de fenômenos, é criticada por Bachelard ao afirmar que se trata de uma ambição filosófica e científica decorrente de uma base racional da ciência pobre, a qual leva a generalizações.

Nas palavras do autor:

As filosofias mais ingênuas se cobrem de generalidades que as colocam ao abrigo das exigências da prova. Não se tem razão em cada exemplo preciso e se crê tê-lo na lei que se extrai inconscientemente de fatos mal definidos. Postula-se uma lei clara sobre uma experiência confusa, um pensamento científico sobre experiências ingênuas. (1972, p. 69).

Segundo Bachelard, quanto mais próximas estiverem do senso comum, mais difíceis de superar são as generalizações fáceis e imediatas. Tomando por referência a história da ciência, ele exemplifica mencionando o fenômeno de coagulação do sangue. Conforme Silva (1999, p. 67), a partir do conceito genérico da coagulação, por exemplo, que era usado para designar as transformações de estado ocorridas tanto com o sangue, como com o leite, a gordura e, inclusive, o fenômeno de congelamento da água, Bachelard afirmou o quanto é absurda essa tendência à universalização, pois acaba bloqueando o dinamismo do pensamento pelo fato de emprestar uma falsa e enganadora clareza sobre os fenômenos, o que dificulta e, até mesmo, impede a proliferação dos conceitos.

No âmbito pedagógico, as generalizações podem implicar a perda de detalhes e da riqueza do particular, prejudicando a aprendizagem do conhecimento científico. Tais generalizações levam os estudantes a estabelecer extensões de suas conclusões a outras realidades, causando grandes prejuízos à compreensão da realidade científica. De acordo com Carvalho Filho: “É conveniente que o professor trabalhe com seus alunos metodologias que os levem a perceber que generalizar as conclusões da Ciência pode ser bastante danoso ao processo de ensino-aprendizagem”. (2005).

O professor também pode levar aos estudantes exemplos de fatos científicos citados na história da Ciência nos quais a generalização foi mal empregada e prejudicou o avanço científico. Todavia, é necessário que sua utilização seja feita com extremo cuidado, para que não se percam os detalhes e a riqueza do particular, pois a generalização despertou a crença numa “natureza homogênea, harmônica, tutelar; apagou todas as singularidades, todas as contradições, todas as hostilidades da experiência”. (BACHELARD, 1996, p. 103).

Outro obstáculo apontado por Bachelard é o substancialismo, entendido, da mesma forma que os demais, como polimorfo.

É constituído por intuições muito dispersas e até opostos. Por uma tendência quase natural, o espírito pré-científico condensa num objeto todos os conhecimentos em que esse objeto desempenha um papel, sem se preocupar com a hierarquia dos papéis empíricos. Atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade oculta. (1996, p. 121).

O substancialismo, nas palavras de Carvalho Filho (2005), representa “a crença por parte das pessoas de que há qualidades intrínsecas ocultas ou manifestações nas substâncias”, apontando a necessidade de que na escola os estudantes superem a ideia de que a matéria possui qualidades especiais. Eles devem estar atentos aos aspectos matemáticos que explicam o fenômeno em estudo, não à sua face sensorial. O papel do professor é enfatizar a ruptura do real científico com o real empírico, o que significa romper com práticas pedagógicas que valorizem a face concreta da realidade, pois a Ciência contemporânea não parte do concreto, mas de atribuições teóricas que procuram explicar os fenômenos estudados.

O ensino empirista não contribui para a formação científica do estudante, porque gera uma concepção de Ciência que não corresponde à realidade da Ciência atual. A meta das Ciências é destruir os conhecimentos prévios para alcançar o conhecimento científico adequado. Logo, o conhecimento anterior (obstáculo, ilusão, aparência, experiência sensorial) constitui-se em empecilho à aquisição do conhecimento científico, que se dá por vias indiretas, por meio de formulações teóricas que são experimentalmente testadas para se verificar a correspondência entre teoria e prática.

Além do obstáculo do saber oriundo do senso comum, outro problema é acreditar que os conhecimentos científicos existentes são verdades definitivas. A crença numa verdade definitiva não significa avanço ou vantagem, mas retrocesso, entrave, por impedir o aparecimento de novos saberes ou a aceitação do rompimento dos paradigmas dominantes. Alteração significa mudança, o que é difícil para muitos cientistas, pois os obriga a abandonar seu jeito de fazer Ciência e a transformar a maneira como veem o mundo.

A resistência à mudança deve-se à ideia de certeza, que é um grande obstáculo ao processo de obtenção do conhecimento, revelando a crença de que existe uma verdade definitiva que cristaliza o conhecimento. Deve ser ensinado que é mais vantajoso duvidar do que se sabe para, assim, caminhar para novas descobertas. Um professor que prioriza o ensino pela autoridade e não permite diálogo mata a essência do processo educacional, pois não está formando sujeitos que interagem com o processo de aquisição do conhecimento. A verdadeira contribuição está na perspectiva de transformar o sujeito durante o processo de conhecer.

Há, também, o obstáculo verbal, uma falsa explicação obtida de uma palavra explicativa, a qual funciona como uma imagem que ocupa o lugar de uma explicação. Bachelard, ao mencionar o verbal como

obstáculo, mostra-se preocupado com os hábitos de natureza verbal, que, ao invés de ajudar, prejudicam a formação do espírito científico. Existem palavras abusivas em imagens familiares e também em situações pedagógicas, aprendidas em contextos não científicos e com diversas conotações ou significações simbólicas para o sujeito, as quais constituem barreiras ao ensino formal das Ciências. Bachelard apresenta exemplos de obstáculo verbal relacionado ao uso desajustado de imagens, analogias e metáforas, que na prática pedagógica reforçam as concepções alternativas radicais no imaginário infantil.

Para ilustrar, o autor utiliza como exemplo a palavra “esponja”, para caracterizar hábitos de natureza verbal como obstáculos do pensamento científico, considerando um caso onde uma única imagem ou até uma única palavra constitui toda a explicação (1996, p. 91). O autor lembra que não apenas em tempos passados se recorria a imagens como metáforas, mas ainda hoje elas estão muito presentes.

Enfim, os obstáculos existem, o que é preciso é buscar meios de superá-los. Conforme Bachelard, o entendimento de que a aprendizagem em Ciências representa superar obstáculos, dificuldades, é uma forma bastante promissora para o entendimento do complexo processo de aprender. A identificação dos obstáculos ao progresso científico, dos seus limites, bem como dos relacionados à aprendizagem, representa importante contribuição ao ensino de Ciências para a formação dos estudantes. “É uma perspectiva que leva em consideração a transformação que o sujeito sofre no processo de conhecer, em vez de focar-se na velha visão de que educar é assimilar o maior número de conteúdos”. (CARVALHO FILHO, 2005).

Paz, por sua vez, lembra que “Bachelard critica o desconhecimento ou o não-reconhecimento, pelos professores, da existência desses obstáculos para a formação do pensamento científico, já que os mesmos não podem ser negligenciados na vida educativa”. (2007, p. 38).

Outro conceito igualmente importante e relacionado ao de obstáculos é o de “ruptura”, que, na acepção de Bachelard, seria a marca de descontinuidade entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico, conforme já mencionado. Nesse sentido, não há uma linearidade nem uma rigidez no processo de evolução do conhecimento; ao contrário, a construção do conhecimento é marcada por erros e desvios.

Outra questão significativa para o ensino de Física apontada por Bachelard refere-se à importância do erro na aprendizagem, cuja função é favorecer a aprendizagem, não ir contra ela. O erro faz parte da

construção do conhecimento, razão por que não pode ser encarado com demérito. O autor menciona que uma experiência imune a falhas limita o pensamento do sujeito diante do que supõe ser a causa explicativa do fenômeno racionalizado. Portanto, o erro num experimento semeia o inesperado, porque não se encontra apoiado na previsibilidade, abrindo a possibilidade de busca das causas do novo. A interpretação inequívoca oriunda da falta de erro nas experimentações é considerada por Bachelard como verdadeira obstrutora do pensamento reflexivo e incentivadora das explicações imediatas. Nas palavras do autor: “A primeira experiência exigente é a experiência que ‘falha’”. (1996, p. 126, destaque do autor).

O processo de refletir sobre o erro em uma atividade experimental, buscando entender o porquê de sua existência, aproxima-se da reflexão desejada pela evocação do pensamento metacognitivo, a qual objetiva a tomada de consciência do estudante sobre os seus conhecimentos e sobre suas ações. Essa tomada de consciência sobre o erro possibilita que cada estudante, individualmente ou em grupos de trabalho, torne-se gradativamente independente em suas aprendizagens, pois possibilita que analise seus saberes e suas ações de modo a estabelecer momentos de recuo, compreendendo os meios, os móveis e as características dos saberes em estudo. Assim, infere-se que o erro pode contribuir para mudar a atitude dos estudantes, intervindo ativamente no processo de construção dos conhecimentos e, mais, na identificação dos estudantes do modo como se aprende, cerne do processo metacognitivo.

Os aspectos mencionados por Bachelard e discutidos anteriormente remetem à realização de atividades experimentais segundo uma acepção diferente daquela dos modelos atualmente em voga no Ensino Médio. Em outras palavras, na sua forma tradicional o laboratório didático perde o sentido, pois não possibilita a construção dos conhecimentos dentro de um processo de interação, de resgate dos conhecimentos, de superação dos obstáculos impostos pelo pensamento, do entendimento da validade do “erro”, entre outras características. Essa situação vem ao encontro de uma nova visão para o laboratório didático, entendido segundo o viés educacional do construtivismo.

3.3 Atividades experimentais construtivistas

O construtivismo educacional aponta para a necessidade de se considerar o estudante como alguém com uma história de vida impregnada de experiências pessoais e constituída de explicações que buscam dar conta de suas relações com o mundo em que vive. No contexto mais próximo da sala de aula, essa aproximação leva aos campos da psicologia cognitiva e da didática. Na primeira, sua aproximação ocorre com as questões relacionadas à aprendizagem, nas quais se destacam os trabalhos de Piaget e Vygotsky, cada qual interpretando a seu modo a relação entre aprendizagem e desenvolvimento.

Tais estudos, conforme já explicitado no primeiro capítulo, revelam que a aprendizagem é um processo interno e idiossincrático, no qual o sujeito é o construtor do seu conhecimento. Nessa percepção, o papel do professor é de mediador, de facilitador, de alguém que oferece as condições para que a aprendizagem ocorra. O estudante, por sua vez, assume a posição de ator, com um papel ativo intelectualmente, pondo em movimento todo seu mecanismo interno e empenhando-se na busca dos meios que lhe são favoráveis à aprendizagem.

Mais especificamente com relação a aproximação construtivista no ensino de Ciências, Gil-Pérez et al. (2005) chamam a atenção para o entendimento de que isso significa contemplar a participação ativa dos estudantes na construção dos conhecimentos superando a simples reconstrução pessoal do conhecimento previamente adquirido, através do professor ou do livro didático.

No campo didático e mais próximo das atividades associadas ao laboratório didático, encontram-se os estudos de Pinho-Alves mostrando a importância da presença do construtivismo como linha norteadora destas atividades. Ao denominá-las de “atividades experimentais” – AE, ele mostra que elas estão “intimamente ligadas ao fenômeno didático que, sob orientação do professor, irá desencadear e mediar o diálogo construtivista na sala de aula” (2000, p. 262)¹⁰. Com essa proposição o autor destaca a necessidade de se superar a visão de tais atividades como algo relegado a um espaço físico restrito e a momentos distintos do processo de ensino, mas, sim, de entendê-las como parte da ação

¹⁰ “Fenômeno didático” é um termo utilizado por Pinho-Alves para designar a “dinâmica da mediação planejada pelo professor e sua execução, de forma induzida, por meio do diálogo construtivista na elaboração do conhecimento científico na sala de aula”. (2000, p. 262).

didática do professor, que deve recorrer a essas no momento que julgar oportuno. Além disso, é necessário que haja uma diferenciação das atividades experimentais como instrumento didático do professor, das experiências vinculadas ao sujeito em seu cotidiano e da experimentação relacionada ao fazer do cientista. As primeiras têm o papel de “oferecer a oportunidade ao estudante de conscientizar-se de que seus conhecimentos anteriores são fontes que ele dispõe para construir expectativas teóricas sobre um evento científico”. (2000, p. 262).

Em linhas gerais, para o autor:

A **atividade experimental** deve ser entendida como um **objeto didático**, produto de uma Transposição Didática de concepção construtivista da experimentação e do método experimental, e não mais um **objeto a ensinar**. Como **objeto didático** sua estrutura deve agregar características de versatilidade, de modo a permitir que seu papel mediador¹¹ se apresente em qualquer tempo e nos mais diferentes momentos do diálogo sobre o saber no processo ensino-aprendizagem. E, principalmente, é um objeto de ação que, manipulado didaticamente pelo professor, irá se inserir no discurso construtivista facilitando a indução do fenômeno didático que objetiva o ensino de saberes. (2000, p. 262-263, destaques do autor).

A proposição de Pinho-Alves é de que se supere a visão tradicional do laboratório como preso ao método experimental, no qual a ciência é apresentada como algo metódico e previsível, cabendo ao estudante apenas descobri-la. Ao contrário, as atividades experimentais na acepção construtivista devem permitir um novo diálogo em sala de aula, o qual precisa

¹¹ Nota de rodapé do original: O termo mediação, tomando no sentido vygotskiano, pode ser entendido como uma intervenção programada e induzida pelo professor no espaço didático, na forma de questionamentos, desafios, estímulos para discussões, etc. A mediação é o criar de condições para que os alunos se apropriem da forma de pensar (VYGOTSKY, 1991).

[...] estar presente no momento em que se fizer necessária uma apropriação junto à natureza de eventos ou fenômenos que, manipulados artificialmente por meio do trabalho cognitivo e dos parâmetros já negociados coletivamente, permitam construir uma teoria que dê conta dos objetivos iniciais. O arsenal intelectual que se amplia a cada ação cognitiva do sujeito cognoscente, potencializa-o a solicitar novas atividades experimentais, não mais com a função primária de explicitar concepções prévias ou gerar conflitos. Estas novas atividades experimentais assumem a função de auxiliar na elaboração de relações formais que expressem as regularidades construídas a partir da observação dirigida pelas expectativas teóricas propostas *a priori*. Para que as atividades experimentais produzam e forneçam os elementos desejáveis à configuração teórica preestabelecida, se faz necessária a utilização de práticas coletivas compartilhadas como meio de construção e validação do conhecimento em questão. (PINHO-ALVES, 2000, p. 263-264).

Por fim, o autor resume sua concepção de atividades experimentais, mencionando:

Em suma, a atividade experimental deve ser interpretada como um instrumento didático, como o livro-texto ou outro meio a ser utilizado quando do diálogo construtivista entre professor e estudante. Através dela, a negociação se faz presente ao concretizar ambientes didáticos mostrar *in loco*, a acomodação ou o amoldamento da teoria aos fatos e as limitações teóricas envolvidas. Descarta o dogmatismo e o determinismo teórico que se mostra nos livros-texto, onde a natureza parece se adaptar aos Princípios Físicos e não o contrário. (2000, p. 265).

Ao assumir uma concepção construtivista, as atividades experimentais não podem mais subsistir de forma isolada, mas em consonância com os conteúdos trabalhados pelo professor. Portanto, as atividades experimentais não devem ser desvinculadas das aulas teóricas, mas devem coexistir com estas. O desejo é por ultrapassar a fragmentação, por vezes existente no laboratório tradicional, entre os conteúdos teóricos e os tratados nessas atividades.

Outro aspecto fundamental desse entendimento é a importância de que o estudante retome constantemente seus saberes para que, com base neles, possa construir o novo. O estudante vai de passivo a ativo, de “tábula rasa” para sujeito com uma bagagem de conhecimentos, pondo em movimento toda sua estrutura cognitiva, revendo antigas concepções pessoais, de modo a, se não as substituir, ao menos, vincular a elas novos conhecimentos construídos cientificamente. Esse movimento requer tomada de consciência sobre os saberes, reflexão sobre o pensamento; envolve fazer retornos sobre procedimentos e atividades cognitivas, estabelecendo critérios e julgando pensamentos. Portanto, é uma tomada de consciência no sentido metacognitivo, no qual há um enriquecimento cognitivo, um avanço em relação ao estágio inicial, influenciando em atividades futuras. Dessa forma, têm-se a aproximação e a pertinência de que, na perspectiva construtivista, esteja vinculada à evocação do pensamento metacognitivo, reforçando o anunciado desde o início deste trabalho.

É preciso, entretanto, registrar que, na acepção de Pinho-Alves, ao discutir as atividades experimentais construtivistas e aqui tomadas como referência, não se encontram contempladas as possibilidades mencionadas no parágrafo anterior, pelo menos em um ensino que prime por sua explicitação. Por certo, a evocação do pensamento metacognitivo não estava entre seus objetivos, porém há de se questionar se um trabalho cuja pretensão é atuar de forma significativa na estrutura cognitiva do estudante não poderá ser potencializado mediante a evocação deste pensamento. Outra questão pertinente diante dos estudos mencionados, e que parece não ter sido seu objeto de preocupação, encontra-se na estrutura organizacional dessas atividades, ou seja, como operacionalizar tais atividades na ação didática do professor. O autor aponta como operacionalizar a concepção construtivista, mas não fornece elementos de como se poderão organizar tais atividades no contexto educacional.

Aqui se faz importante reforçar que, a exemplo da evocação do pensamento metacognitivo, a organização estrutural das atividades

igualmente não foi objeto de preocupação de Pinho-Alves, conforme suas próprias palavras:

Em nenhum momento é nossa intenção propor ou apresentar **prescrições** detalhadas relativas ao uso de atividades experimentais, tal como os antigos roteiros. Isto porque, se o fenômeno didático se fundamenta em um “diálogo construtivista em sala de aula”, de certo modo, é impossível prever as inúmeras possibilidades e ramificações que o mesmo pode assumir. Qualquer tipo de receita prescritiva que venha a se pensar, irá barrar a espontaneidade do processo, fazendo-o retomar o dogmatismo tradicional. (2000, p. 266, destaque do autor).

Mesmo concordando com sua proposição e sem a pretensão de apresentar roteiros estanques, salienta-se que, diante da realidade presente nas escolas, há de se considerar que, se não for proposto algo mais diretamente vinculado ao fazer do professor, às suas práticas cotidianas, corre-se o risco de que a proposição construtivista dificilmente chegue à sala de aula. Sabe-se que, quando se apresentam propostas demasiadamente diferentes das que habitualmente os professores estão acostumados a fazer, estes não se sentem à vontade para executá-las, deixando-as em segundo plano, ou mesmo distorcendo-as de suas proposições. Essa situação fica mais complexa quando, além de inferir a necessidade de uma reorganização estrutural de caráter construtivista ao professor, propõe-se agregar a evocação do pensamento metacognitivo a essas atividades experimentais.

As colocações anteriores levam a propor um novo modelo de atividades experimentais, que, embasadas na tese de Pinho-Alves, agreguem a evocação explícita do pensamento metacognitivo, bem como estejam mais próximas da realidade vivenciada nas escolas de Ensino Médio brasileiras. Porém, antes de apresentar o modelo proposto para essas atividades experimentais, procede-se a um breve passeio histórico sobre a presença do laboratório didático no ensino de Ciências (Física).

3.4 Laboratório didático no ensino de Física

Até o final do século XIX o ensino de Ciências encontrava-se fortemente apoiado em aulas expositivas, enfatizando o verbalismo e a memorização dos conceitos e fenômenos. O laboratório didático pouco se fazia presente nesse período: “Em uma breve leitura dos textos didáticos, nota-se uma tendência que incentiva ao professor centrar o ensino da Física na memorização e verbalismo e, por extensão, um ensino afastado do laboratório e das observações empíricas inerentes à própria construção da Física”. (PINHO-ALVES, 2000, p. 13).

As poucas atividades práticas existentes caracterizavam-se por serem voltadas a demonstrações e verificações, nas quais predominava a atuação do professor, legando-se aos estudantes a tarefa de meros espectadores. Outra característica importante presente neste ensino era a necessidade dessas atividades serem antecedidas por aulas teóricas, atribuindo-se, portanto, ao laboratório papel ilustrativo para os conceitos vistos teoricamente, tendo no estilo comprobatório uma marca registrada.

Desse modelo de laboratório didático no ensino de Ciências (Física) passa-se, nos anos de 1950, ao modelo de ensino por redescoberta, no qual as atividades desenvolvidas no laboratório passam a ter a função de reconstituição induzida do conhecimento científico. Tais atividades passam de demonstrações realizadas pelos professores para atividades desenvolvidas pelos estudantes, porém organizadas e planejadas por aqueles ou reproduzidas de obras didáticas. Segundo Amaral, neste modelo de ensino “os experimentos visam um alvo conceitual pré-definido e definitivo, garantido pelo rígido plano de aula”. (1997, p. 11).

A característica essencial desse modelo de ensino estava na utilização do método experimental como orientador das atividades. Este método, ao ser associado ao laboratório didático, buscava reproduzir nele os passos que os cientistas percorriam na produção do conhecimento. Ao seguirem as sequências lineares e repetitivas do método experimental, esperava-se que os estudantes descobrissem as regularidades, o que os levaria aos conhecimentos científicos elaborados pelos cientistas ao longo da história. Desse modo, o ensino deslocou-se dos conhecimentos científicos para uma ênfase demasiada no método, como possibilidade de tornar o estudante um cientista, reforçado pelas atividades no laboratório.

Outra presença marcante desse período foram os *cook-books*, que representavam os roteiros descritivos para realização das atividades em laboratório e continham instruções detalhadas e sequenciais que os estudantes deveriam seguir a fim de atingir o objetivo do experimento. Esses roteiros eram rígidos e não permitiam que os estudantes tivessem liberdade de ação, limitando sua participação à execução do receituário apresentado. Com relação a esses modelos, Amaral assinala que “o alvo básico era o conhecimento formal, acrescido, no caso da redescoberta, da pretensão (frustrada) de propiciar a vivência do método científico e a aprendizagem do raciocínio científico”. (1997, p. 12).

Após a metade do século XX iniciou-se no Brasil um movimento denominado “renovador”, caracterizado pelos projetos de ensino vinculando o ensino de Ciências ao laboratório didático, de forma a serem indissociáveis. Este movimento introduziu novos métodos e técnicas de ensino, valorizando de forma significativa a participação do estudante na atividade experimental, contudo ainda identificado com a concepção empirista, presente nos modelos anteriores.

Dos projetos de ensino dessa época, o mais significativo e ainda presente nas atividades associadas ao laboratório é a organização dos estudantes em pequenos grupos de trabalho, aspecto considerado na atualidade como significativo para a aprendizagem, sobretudo na ótica sociointeracionista. De acordo com Borges:

Não se pode deixar de reconhecer alguns méritos neste tipo de atividade. Por exemplo, a recomendação de se trabalhar em pequenos grupos, o que possibilita a cada aluno a oportunidade de interagir com as montagens e instrumentos específicos, enquanto divide responsabilidades e ideias sobre o que devem fazer e como fazê-lo. Um outro é o caráter mais informal do laboratório, em contraposição à formalidade das demais aulas. (2002, p. 296-297).

Outro aspecto importante e decorrente do período mencionado é o fato de que o laboratório passou a ser tratado em igualdade de condições com as aulas teóricas, assumindo tanto importância quanto estas. Entretanto, a implementação desses projetos nas escolas de Ensino

Médio apresentou-se de forma problemática, em razão da falta de laboratórios e de equipamentos apropriados para as atividades propostas nos projetos. Ainda hoje, alguns professores continuam presos a metodologias e receituários decorrentes desses projetos, perpetuando-os na história do laboratório didático brasileiro.

Atualmente, o construtivismo assume a condição de concepção norteadora das pesquisas e dos documentos oficiais, embora ainda muito distante da ação do professor. Os Parâmetros Curriculares Nacionais e seus correlatos são exemplos dessa tendência e de sua presença nas atividades experimentais.

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. (BRASIL, 2002, p. 84).

Ao mesmo tempo, tais orientações apontam a necessidade de se ultrapassar a visão presente no desenvolvimento dessas atividades, evidenciando as críticas já mencionadas referentes ao modo como vêm sendo utilizadas pelos professores, cuja contribuição tem sido pouca para a aprendizagem em Física. O documento destaca a necessidade de atribuir a essas atividades

[...] uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando-se “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas. (BRASIL, 2002, p. 84, destaque do documento).

A visão apregoada nesses textos mostra a necessidade de se ir além dos objetivos tradicionalmente apontados para essas atividades, trazendo de forma explícita a questão epistemológica, valorizando aspectos diferentes daqueles que envolvem a concepção empirista na sua prática, conforme salientado por Pinho-Alves (2000). Outro importante aspecto que o autor mostra é a questão da participação ativa dos estudantes, mencionando que “deve ser entendida não apenas quando é exigida uma tarefa motora, mas também no processo de negociação do saber” (2000, p. 266). Em outras palavras, o estudante deve ser um sujeito ativo intelectualmente, não apenas no sentido de movimentação motora.

Imbuindo-se desses preceitos, apresenta-se na continuidade o modelo elaborado para este estudo, no qual, além de destacar a necessidade de um ensino construtivista, propõe-se a inserção de momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo.

3.5 Atividades Experimentais Metacognitivas – AEMc

Para concluir as discussões teóricas deste capítulo, bem como o corpo teórico desta tese, apresenta-se na continuidade o modelo de atividades experimentais na orientação metacognitiva, construído para este estudo e que será validado no contexto escolar. O modelo

denominado de “AEMc” toma por pressupostos teóricos o discutido nos capítulos iniciais sobre metacognição e sobre as atividades experimentais construtivistas apresentadas anteriormente.

3.5.1 Modelo de Atividades Experimentais Metacognitivas

O modelo proposto encontra-se estruturado em etapas, denominadas “pré-experimental”, “experimental” e “pós-experimental”, apresentado a seguir. Em cada etapa estão especificados os itens que a integram, seguidos de uma descrição dos elementos metacognitivos nela envolvidos.

As etapas pré-experimental e pós-experimental representam momentos significativos de construção do conhecimento, razão por que a elas se destina um tempo expressivo da atividade experimental. A respeito, Millar enfatiza a importância dessas etapas, especificando: “Isto pode implicar dedicar menos tempo da sala de aula para *fazer* as experiências e mais para *discussão* e *avaliação* de experimentos e resultados”. (1987, p. 115, destaque do autor, tradução nossa).

A importância de destinar um tempo significativo para os momentos anteriores e posteriores à parte operacional da atividade experimental reside no fato de que possibilitarão ao professor focalizar os conhecimentos científicos em discussão, mantendo o estudante atento ao objeto de estudo. Diante disso, infere-se que a etapa pré-experimental envolva os seguintes itens: pré-teoria, explicitação dos objetivos; formulação de hipóteses e planejamento das ações. A pós-experimental caracteriza-se pela conclusão da atividade experimental, que representa o fechamento desta atividade e a sistematização dos resultados encontrados. Entre as etapas encontra-se a denominada “experimental”, destinada à parte de execução da atividade experimental, a qual envolve as ações dos estudantes mediante seus planejamentos e propósitos.

a) Pré-experimental

O primeiro item a integrar a etapa pré-experimental é a pré-teoria. Considera-se importante que, ao iniciar uma atividade experimental, sejam proporcionadas ao estudante discussões que lhe mostrem os conhecimentos envolvidos no estudo. Trata-se de uma aproximação da teoria com a experimentação, proporcionando que o

estudante se familiarize com os saberes envolvidos e esteja orientado aos conhecimentos em estudo.

A pré-teoria contém uma espécie de contextualização do conhecimento, na qual o estudante é instigado a buscar seus conhecimentos, abrindo caminho para o desenvolvimento da atividade. Representa o elo entre a atividade experimental e o conhecimento em estudo, podendo, inclusive, iniciar por situações próximas dos estudantes e vinculadas ao seu cotidiano, desde que acompanhada pelas discussões sobre o conhecimento físico envolvido.

Há, portanto, diferentes possibilidades de promover o conhecimento em estudo na forma de pré-teoria, para a qual se ilustram três: formulação de perguntas sobre o conteúdo, exposição de situações-problema ou situações-ilustrativas e retomada histórica.

A primeira encontra-se associada à formulação de questões segundo estudos teóricos, estando relacionada a uma metodologia dialética na qual o professor apresenta questões e orienta os estudantes a discutir possibilidades. A segunda modalidade (exposição) refere-se a uma descrição mais simples de uma situação próxima do estudante na qual o evento a ser observado se faz presente, representando uma forma de aplicação do saber antes mesmo de ser discutido. Evidentemente, esta modalidade pode levar a perguntas, porém essas não são realizadas de modo direto como na modalidade anterior, mas, sim, decorrem da situação exposta. A terceira possibilidade refere-se à retomada histórica da produção do conhecimento, na qual o professor proporciona momentos de discussões sobre aspectos relacionados ao contexto social e histórico no qual o conhecimento em estudo foi produzido. É uma reconstrução no sentido epistemológico, de modo a mostrar-lhes questões específicas referentes à produção deste conhecimento.

O importante é que a pré-teoria traga o estudante para atividade, para que inclua conhecimentos de seu repertório, de seu acervo, seja por meio de imagens, seja de questões, de um texto, da narrativa de processos tecnológicos ou outra situação. O que está em jogo é a preparação do conhecimento envolvido na atividade experimental.

Com base na pré-teoria, propõe-se que os estudantes sejam conduzidos a entender os objetivos propostos pelo professor para a atividade experimental. Mais especificamente, trata-se de mostrar aos estudantes o conteúdo, estabelecendo contingentes para o estudo. Pode haver um ou mais objetivos, porém todos explicitados oralmente ou por escrito, conduzindo a que os estudantes saibam o que é desejado que seja analisado na oportunidade. É importante destacar que isso não pode ser interpretado como atividade experimental direcionada para uma

conclusão previamente estabelecida por ele, mas, sim, que, ao deixar claro o objetivo, orienta-se a ação dos estudantes e, por consequência, compartilha-se com todos um mesmo objeto de investigação. Nesse momento, julga-se propício analisar os equipamentos disponíveis para realizar a atividade experimental, uma vez que eles auxiliam o entendimento do objetivo.

Outro aspecto a ser considerado na etapa pré-experimental é a necessidade da formulação das hipóteses, as quais devem anteceder a observação a ser realizada, não o contrário. A respeito, considera-se que a formulação dessas hipóteses no desenvolvimento das atividades experimentais construtivistas assume papel de condição indispensável e servem para guiar a realização da atividade. Considera-se serem as atividades experimentais uma excelente oportunidade de levar os estudantes a fazer apostas e estabelecer inferências sobre o conhecimento. Representa a oportunidade dos estudantes exporem seus pensamentos e a forma como articularam suas ideias, compartilhando-as com seus colegas e professores.

A formulação de hipóteses apresenta-se como possibilidade de resgate das concepções prévias dos estudantes, permitindo confrontar saberes advindos de conhecimentos cotidianos. Além disso, mas, também por isso, as hipóteses possibilitam aos estudantes mobilizar os conhecimentos já presentes em suas estruturas cognitivas, construindo-os e reconstruindo-os de forma contínua e progressiva. As hipóteses indicam que há “algo” a ser testado, verificado, no transcorrer da atividade. Contudo, não se quer dizer que a formulação de hipóteses aqui defendida seja a mesma do cientista, nem significa aplicar o método experimental como referência, mas, sim, fazer inferência ao que será observado como forma de direcionar o olhar ao objeto do conhecimento. É a oportunidade dos estudantes dialogarem com seus conhecimentos e suas observações.

Para finalizar a proposta dos itens da etapa pré-experimental menciona-se a necessidade do planejamento das ações, representando o momento de pensar na execução da atividade. Desta forma, é proposto que os estudantes sejam levados, antes de realizar o experimento, a refletir sobre o que irão fazer, traçando por escrito ou mentalmente sua trajetória. Um bom começo para isso é a seleção dos conhecimentos necessários à atividade experimental, como a expressão de relações entre as variáveis, por exemplo (fórmulas).

O planejamento se associa ao tradicional procedimento, mas a proposta é que se diferencie deste, não apresentando receituários estruturados e compostos por passos rígidos e sequenciais. Ao contrário,

deseja-se que esse “modo de fazer” seja entendido como decorrente das discussões iniciais presentes na etapa pré-experimental, sendo apresentado de forma a levar os estudantes a pensarem e planejarem suas ações entendendo o que e por que proceder de determinada forma.

Os itens apresentados como integrantes da etapa pré-experimental precisam estar orientados a levar os estudantes a estabelecerem evocações metacognitivas, caracterizando o modelo AEMc proposto. Nesse sentido, esta primeira etapa deve conduzir a que elementos metacognitivos sejam explicitados, proporcionando sua evocação pelos estudantes. Dentre esses elementos, os vinculados à etapa pré-experimental e que permeiam os itens mencionados são: pessoa, tarefa, estratégia e planificação. A presença desses fundamenta-se na medida em que oferecem a oportunidade de evocação metacognitiva, conduzindo os estudantes a identificar seus conhecimentos e experiências anteriores, tanto dos conteúdos específicos como da operacionalização da atividade experimental; ainda, a partir dessas identificações e das aquisições de novos conhecimentos, eles podem proceder ao planejamento da atividade experimental. A seguir, expõe-se o que é proporcionado pelos elementos metacognitivos integrante desta etapa,

O elemento **pessoa** se faz importante por oferecer aos estudantes o ensejo de identificar em suas estruturas de pensamentos os conhecimentos e os sentimentos que possuem em relação ao objeto de estudo. Essa identificação lhes possibilita trazer à tona seus saberes e sentimentos em relação ao conhecimento. Além disso, permite que se identifiquem como sujeitos responsáveis pela sua aprendizagem, verificando aspectos inerentes a ela. Este elemento também possibilita que o estudante confronte seus saberes e habilidades com os de seus colegas, permitindo-lhe identificar suas limitações e buscar melhorias.

O elemento **tarefa** representa a possibilidade de identificar a natureza e as exigências da atividade experimental, permitindo que o estudante compreenda as diferenças entre as atividades e as implicações de cada uma. Tudo isso o aproxima da ação a ser executada e do conhecimento nela envolvido. A identificação de que uma tarefa é mais fácil do que outra, por exemplo, está diretamente vinculada ao seu reconhecimento do tipo de tarefa ou assunto de que trata a atividade experimental. Essa possibilidade se mostra pertinente para levar os estudantes a refletir sobre seus saberes e a estabelecer comparações entre as atividades experimentais e as diferenças de exigência de cada uma.

O elemento **estratégia** representa o momento de identificar como, quando e por que aplicar determinada estratégia na busca por alcançar o objetivo pretendido. É o momento em que o estudante deve recuar e buscar em seus conhecimentos os elementos cognitivos e metacognitivos necessários à realização da tarefa. Representa uma potencialidade para a aprendizagem, pois se mostra como um meio de recuperar informações e traçar planos, reconhecendo suas facilidades e dificuldades tanto nos conteúdos específicos como na operacionalização da atividade. Promover momentos que proporcionem o reconhecimento de que determinadas atividades requerem cuidados diferentes de outras revela-se um momento de evocação metacognitiva, a qual atua como potencializadora da aprendizagem.

O elemento **planificação** refere-se a questões mais específicas da execução, entretanto encontra-se também presente na etapa pré-experimental, apesar de sua predominância estar na etapa experimental. Sua importância reside no fato de que este elemento é o que permite a organização das etapas, dos materiais e equipamentos necessários, tudo diretamente relacionado aos conhecimentos que o estudante possui sobre os conteúdos envolvidos e a execução da atividade. Organizar ações pensando no seu conjunto e nos aspectos que precisam se fazer presentes é um modo de ativar o pensamento metacognitivo e utilizá-lo em prol da aprendizagem.

b) Experimental

Para esta etapa é prevista a execução da atividade experimental, a qual se encontra associada ao elemento metacognitivo **monitoração**. Executar uma atividade experimental significa operar o planejado, testar hipóteses previstas, tendo claro o objetivo almejado, e, normalmente, significa também, manusear equipamentos. A execução pressupõe um sujeito ativo intelectualmente e engajado com a atividade, capaz de construir seus conhecimentos num processo de interação social. Considerando que, habitualmente, as atividades experimentais são realizadas em grupos de trabalho, isso demanda, além das condições já especificadas, negociação de saberes e de operações com equipamentos, diálogos entre companheiros e com o professor, visualização de possibilidades e confronto de conhecimentos, seja consigo mesmo, seja com seus colegas.

Para que esta etapa promova o pensamento metacognitivo, propõe-se incluir momentos de monitoração consciente e permanente das suas ações mediadas pelos conhecimentos. O monitoramento na

forma de revisão possibilita que os estudantes estejam atentos a eventuais equívocos. Revisar cada etapa executada possibilita identificar desvios, tanto em termos do conhecimento envolvido (equívocos de compreensão conceituais) como com relação a questões operacionais (desvios de medida, manipulação equivocada de aparelhos de medida etc.). O objetivo é que eles identifiquem se estão no caminho certo e se este caminho os levará a alcançar o objetivo, a testar suas hipóteses.

c) Pós-experimental

Nesta etapa está previsto o momento de fechamento da atividade experimental, representado pela conclusão. A proposta é que esta conclusão fuja da habitualmente presente no laboratório tradicional, que se destina apenas à apresentação dos resultados. Na nova proposta a conclusão ganha *status* de discussão dos resultados obtidos, representando um momento de construção do conhecimento. Para isso, é preciso prever ações para esta etapa, de modo a levar o estudante a fomentar seus resultados, interpretando-os, confrontando-os e discutindo-os. Dessa forma, concluir significa retomar o realizado, a fim de identificar possíveis falhas no processo, ou mesmo para sintetizar e revisar a atividade. Para isso é necessário destinar um tempo significativo a essa etapa, conduzindo-a de modo que os estudantes, geralmente já cansados e saturados, sintam-se estimulados e realimentados.

Essa interpretação do papel da conclusão em uma atividade experimental mostra sua aproximação com o elemento metacognitivo **avaliação**, sendo, pois, um momento propício a ele. Avaliar 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. É, no sentido da palavra, avaliar o que foi feito e como foi feito, a fim de estabelecer um momento metacognitivo de identificação dos caminhos que levaram à compreensão do conhecimento.

3.5.2 Operacionalização das Atividades Experimentais Metacognitivas

Para operacionalizar a proposta apresentada infere-se a necessidade da elaboração de roteiros-guias, cuja importância reside no

fato de que a presença da metacognição no ensino não é comum, tampouco o é nas atividades experimentais. Por conta disso, dois aspectos passam a ser determinantes na aposta por roteiros-guia como suporte didático: primeiro, a possibilidade de proporcionar momentos de parada para que os estudantes retomem suas ações e seus conhecimentos, um “chamar a atenção” que no roteiro-guia torna-se mais efetivo (gritante!) no desenvolvimento da atividade experimental; segundo, ao permitir aproximar o novo modelo de atividade experimental dos frequentemente utilizados pelos professores, cujo distanciamento poderá resultar em dificuldades ou em sua não utilização por parte destes. Assim, ao propor um roteiro-guia, que poderá ser descrito oralmente pelo professor ou entregue de forma escrita, busca-se facilitar a explicitação dos momentos de evocação do pensamento metacognitivo.

Dessa forma, aposta-se em um roteiro-guia pautado nas etapas anunciados no modelo de AEMc. Os passos apresentados tomam por referência os itens apresentados em cada etapa, sofrendo as alterações pertinentes ao conteúdo abordado na atividade experimental. No roteiro-guia proposto, além da presença dos itens constituintes das etapas apresentadas, incluem-se três Questionamentos Metacognitivos (QM) como forma de evocação explícita do pensamento de mesma natureza. Esses representam um veículo de interlocução entre os estudantes e seus pensamentos, cuja importância decorre da sua falta de hábito de pensar e também da possibilidade de que tais questionamentos possam vir a se tornar um guia metacognitivo, possibilitando sua utilização em diferentes tarefas, inclusive fora do contexto escolar.

Sobre a inserção dos guias metacognitivos, salienta-se que contribuem para a organização didática do professor, que os agrega às suas atividades sem necessidade de grandes adaptações para cada tópico em estudo. São guias constituídos de perguntas metacognitivas mais gerais, que podem ser adicionados às atividades experimentais em diferentes conteúdos.

Além disso, a escolha desta ferramenta didática em detrimento de outras, que igualmente poderiam ser utilizadas com objetivo de evocação metacognitiva, decorre de ser de uso mais frequente para estudantes e professores. Questionários são instrumentos frequentemente utilizados no processo ensino-aprendizagem em diferentes disciplinas curriculares, o que, por certo, não representará uma novidade para os estudantes, como seria o caso dos mapas conceituais, por exemplo.

Por fim, faz-se necessário descrever os diferentes momentos em que se pretende inserir os questionamentos metacognitivos nas atividades experimentais. A proposta neste estudo é que seja dividido em três blocos, definidos de acordo com a necessidade de reflexão diante do andamento da atividade, vinculando-se às etapas apresentadas no modelo de AEMc. Cada questionamento refere-se ao elemento metacognitivo (ou conjunto de elementos) conforme descrito na apresentação do modelo de AEMc.

- Questionamento metacognitivo I (pessoa, tarefa, estratégia e planificação): relacionado à tomada de consciência do que os estudantes sabem quanto aos seus conhecimentos, à tarefa, à estratégia e ao planejamento para a atividade. Proposto logo ao final da fase pré-experimental, representada pela pré-teoria, o objetivo da atividade, as hipóteses e o planejamento das ações. Julga-se ser este momento propício para que os estudantes, após percorrerem os passos mencionados, parem e reflitam se, de fato, estão cientes do que irão fazer, do que precisam e de como darão conta da atividade experimental.

- Questionamento metacognitivo II (monitoração): refere-se à operação de monitoramento das ações em execução, associada à etapa experimental. Tal questionamento tem como intuito que os estudantes revisem suas ações para verificar se estão agindo de forma a alcançar os objetivos propostos. Sugere-se que esse questionamento seja efetuado durante a execução do procedimento da atividade experimental (concomitantemente), a fim de contribuir para a identificação de possíveis distorções e desvios de medida.

- Questionamento metacognitivo III (avaliação): relacionado à operação de avaliação e executado ao final da atividade experimental, na etapa pós-experimental. Seu objetivo é verificar se os estudantes entenderam o que foi realizado e os meios que os levaram a obter o resultado encontrado. Também se destina a examinar se conseguem entender este resultado e, ainda, se o resultado encontrado responde ao objetivo do estudo.

O modelo de AEMc apresentado caracterizou-se pela presença de etapas consideradas segundo uma orientação construtivista, operacionalizada na forma de roteiro-guia, em que se incluem os Questionamentos Metacognitivos. Sua efetivação, entretanto, aponta para outra questão diretamente relacionada às dificuldades dos estudantes para realizar atividades experimentais: Qual é a estrutura organizacional desses roteiros-guias na AEMc?

Em outras palavras, questiona-se a necessidade de serem diretivos ou livres tais roteiros. Eles precisariam de uma orientação direcional do professor ou poderiam ser executados de forma livre pelos estudantes? Mesmo que o desejo seja por roteiros-guia que permitam aos estudantes liberdade e autonomia de ação, acredita-se que a realidade presente no Ensino Médio aponta para a necessidade de roteiros mais diretivos, nos quais os estudantes são orientados pelo professor. Tal inferência leva a sugerir a possibilidade de, no mínimo, três proposições para estes roteiros-guia como forma de estabelecer uma cultura de AEMc entre os estudantes. Desta forma, propõe-se iniciar por um roteiro mais diretivo e, à medida que os estudantes forem se familiarizando com essas atividades, passar para novos modelos, que gradativamente vão promovendo a liberdade e a autonomia dos estudantes. Na continuidade, apresentam-se três proposições de AEMc nas quais se estabelece um movimento gradual de responsabilidades, migrando do professor para os estudantes.

3.5.3 Proposições de Atividades Experimentais Metacognitivas

Na **primeira proposição** o roteiro-guia é organizado de forma a conduzir a ação dos estudantes. A manifestação metacognitiva dá-se pelos questionamentos de mesma natureza e que devem orientar os estudantes em seus grupos de trabalho, de modo a possibilitar que conheçam a si próprios e a seus colegas, remetendo-os a refletir sobre os procedimentos adotados para a execução da atividade.

O objetivo é permitir que os estudantes, sob orientação do professor, realizem suas primeiras AEMc, mas tomando-se o cuidado de, nessa primeira tentativa, não proceder de forma demasiadamente diferente das tradicionalmente presentes no Ensino Médio. Nesse intuito, a primeira proposição apresenta um grau de autonomia restrito para os estudantes, limitando-os à formulação de hipóteses, às discussões pertinentes à organização do grupo para a realização da atividade, à realização da atividade, à organização dos resultados e à apresentação destes. Nesta etapa supõe-se que eles percebam a importância do questionamento metacognitivo (guia metacognitiva) tanto para retomar os conhecimentos pessoais como para executar e avaliar a atividade e o conhecimento envolvido.

Nessa proposição, as tomadas de decisões e orientações iniciais cabem ao professor e devem ser observadas e discutidas pelos

estudantes. Também é fundamental que ele permita aos estudantes inferir diferentes formas de proceder na realização das atividades experimentais. Para isso, cada sugestão ou alternativa deve ser analisada conjuntamente pela turma; contudo, a orientação inicial e a decisão do procedimento são da competência do professor, assim como lhe cabe a elaboração dos questionamentos metacognitivos utilizados durante o desenvolvimento da atividade experimental.

Na **segunda proposição** o objetivo é que o processo seja conduzido pelos estudantes sob a vigilância do professor. O objetivo é permitir que os estudantes tomem algumas decisões, avaliando-as, assim como busquem a retomada do conhecimento referente ao seu próprio conhecimento e ao controle executivo da atividade a ser desenvolvida.

Propõe-se que o professor passe, de forma gradativa, as responsabilidades das etapas para os estudantes, atuando como um mediador do processo. Contudo, a proposta é que ele delegue alguns passos a esses estudantes, deixando outros sob sua responsabilidade e gerência. Nessa perspectiva, o professor, após o início da atividade, percorreria os grupos de trabalho interrogando os estudantes sobre as decisões tomadas em relação às tarefas que lhes foram confiadas. Por exemplo, ele poderá delegar e questionar itens como a forma de organização do grupo, o funcionamento estratégico do grupo de trabalho e a confiança em relação ao objeto de estudo.

E ainda, é imprescindível que o professor continue a destacar e a propor, explicitamente, os questionamentos metacognitivos no formato de guia de perguntas em distintos momentos da atividade experimental, como proposto anteriormente, podendo, inclusive, ser utilizado o mesmo guia.

A sugestão é de que o roteiro-guia contemple os mesmos passos do anterior, apenas transferindo a responsabilidade de discussões do professor (coletivo) para o grupo. Porém, o processo é gradativo, levando a que determinados passos continuem sendo discutidos no coletivo, tais como pré-teoria, objetivo e apresentação dos equipamentos. Desse modo, não é permitida uma total autonomia, ao mesmo tempo em que não se pretende que o professor continue com o controle geral da atividade. Evidentemente, outras estratégias de migração de responsabilidade do professor para o estudante poderiam ser propostas, pois esta apenas uma sugestão.

Na **terceira proposição** é de responsabilidade dos estudantes a atividade experimental, cabendo ao professor a exposição de aspectos referentes à pré-teoria e ao objetivo do estudo. Os estudantes procedem a suas escolhas, definem equipamentos, resgatam conhecimentos,

planejam, procedem à execução da atividade, respondem aos questionamentos metacognitivos, organizam seus resultados, tudo de forma dialogada e discutida no grupo de trabalho. O papel do professor, mais uma vez, é de mediador, porém, agora, deverá interferir o menos possível nas decisões do grupo, deixando qualquer forma de inferência e questionamento para o momento da apresentação do resultado, ao final da atividade experimental.

Ainda que essa fase envolva maior autonomia por parte dos estudantes, é preciso esclarecer-lhes a importância de realizarem os três questionamentos metacognitivos como forma de reflexão sobre seus saberes e sobre o que estão executando, ou mesmo de avaliação da atividade experimental realizada. O guia de perguntas poderá ser o mesmo utilizado nas posições anteriores.

Tendo em vista que os passos a serem percorridas são de responsabilidade dos estudantes, em acordo com seus pares nos grupos de trabalho, o roteiro-guia nos moldes apresentados anteriormente perde um pouco o sentido de ser, pelo menos na forma proposta. Todavia, torna-se fundamental, podendo se restringir a apresentar os passos que precisam ser abordados pelos estudantes em seus grupos de trabalho, como forma de não descaracterizar uma AEMc, a qual reconhece nos roteiros-guia um importante aliado para a evocação explícita do pensamento metacognitivo.

A seção apresentou o modelo de AEMc, cujos referenciais se apoiam na concepção construtivista, tanto em termos psicológicos como epistemológicos. Esses referenciais entendem os mecanismos da aprendizagem como centrados nas ações dos estudantes, delegando-lhes o papel de arquitetos de suas construções, referenciando-se na possibilidade de o estudante tomar consciência dos meios pelos quais está aprendendo.

Tendo por base esse entendimento e diante da realidade dos estudantes de Ensino Médio, o modelo foi apresentado em três proposições, levando a que, gradativamente, os estudantes se sintam familiarizados com esse novo modo de pensar e agir. Por fim, com o estabelecimento deste modelo encerram-se as discussões teóricas deste estudo, destinando-se os próximos capítulos à aplicação das AEMc no contexto educacional.

CAPÍTULO 4

INVESTIGAÇÕES NO TERRENO E ENSAIO DOS PRIMEIROS PASSOS

4.1 Introdução

Estabelecido o aporte teórico, chega-se à sala de aula, ou melhor, dados os contingentes tradicionais, pode-se dizer que se chega ao terreno do laboratório didático. Sem contestar esse local, ao contrário, valorizando-o, pensa-se nele como espaço didático no qual professores e estudantes depositam esperanças e perspectivas de um ensino e de uma aprendizagem mais significativos.

Com esse pensamento elabora-se o modelo de AEMc apresentado ao final do capítulo anterior, o qual se passa a examinar neste capítulo. Na sua construção julgou-se procedente ir à escola de Ensino Médio com o objetivo de verificar não mais a presença de um laboratório tradicional, pois isso já se sabia, mas averiguar se eventualmente nesse modelo o pensamento metacognitivo se encontrava presente. Para tanto, foi necessário construir um instrumento que permitisse avaliar *in loco* essa presença a partir dos atributos considerados como referenciais desta tese. Assim, antes de elaborar o modelo de AEMc, observaram-se atividades desenvolvidas no laboratório didático na forma tradicional, verificando a possível presença de momentos de evocação do pensamento metacognitivo segundo os elementos metacognitivos em estudo. De posse desses resultados (sondagem) e do referencial teórico construído (capítulos iniciais), elaborou-se o modelo de AEMc (final do capítulo anterior), procedendo-se a um ensaio (teste piloto) antes de sua efetivação na forma de viabilidade do modelo.

Por já ter sido apresentado o modelo de AEMc, este capítulo estrutura-se de modo a relatar a fase de sondagem com a descrição do processo de construção da ficha de observação; descrever o teste piloto; apresentar uma discussão na forma de confronto entre os dados coletados nas duas fases (sondagem e piloto) e, ao final, apontar as limitações identificadas no teste piloto e sugerir possíveis alterações para a fase de viabilidade.

4.2 Fase de sondagem

O objetivo da sondagem é identificar se os estudantes, durante o desenvolvimento das atividades experimentais no modelo tradicionalmente presente no Ensino Médio, manifestam ou não comportamentos que possam ser identificados como decorrentes do pensamento metacognitivo. A hipótese é que não manifestem tais comportamentos.

Confirmando a hipótese, pretende-se discutir um modelo que permita incluir nas atividades experimentais momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo. Além disso, a fase de sondagem pretende ser um primeiro teste para o instrumento elaborado para a coleta dos dados – ficha de observação.

A seguir, a primeira subseção apresenta as características da amostra investigada com as condições em que se deram o estudo de sondagem; a segunda descreve o processo de construção do instrumento utilizado para essa averiguação; a terceira relata a atividade experimental observada; a quarta apresenta os dados coletados e a última procede à análise desses dados com base no referencial teórico construído.

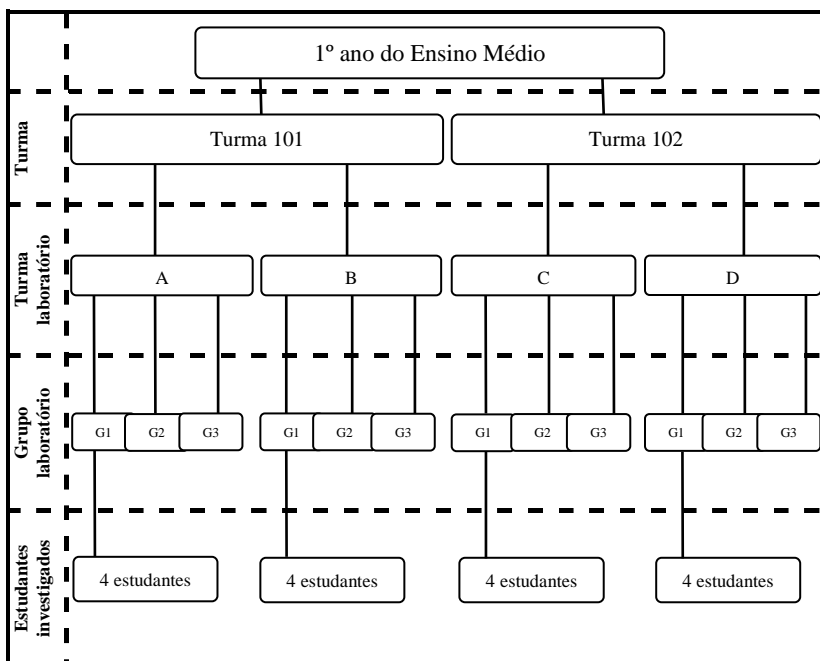
4.2.1 Caracterização da amostra

A sondagem foi realizada em uma escola que integra o sistema particular de ensino do município de Passo Fundo-RS, na qual são desenvolvidas aulas em laboratório para as disciplinas de Física, Química e Biologia. Essas aulas são semanais, com duração de cinquenta minutos, e estão presentes nos três anos do Ensino Médio, correspondendo às características necessárias para a presente investigação (realização sistemática de atividades experimentais).

Na escola foram selecionadas para participar da pesquisa, de forma aleatória, as duas turmas de primeiro ano (turmas 101 e 102), compostas, respectivamente, por vinte e quatro e vinte e cinco estudantes na faixa etária entre treze e dezesseis anos. A estrutura organizacional da escola possibilita desenvolver aulas de laboratório (denominação dada pela escola), com grupos de estudantes de três a cinco estudantes, assim organizados: cada turma (101 e 102) é subdividida em turmas menores, identificadas pelas letras A, B, C e D e

denominadas de “turmas de laboratório”; as duas primeiras (A e B) referem-se à turma 101 e as duas últimas (C e D), à 102. Por sua vez, cada turma de laboratório divide-se em pequenos grupos de trabalho, compostos por três ou quatro estudantes.

Para a investigação desta fase selecionou-se aleatoriamente um grupo de trabalho em cada turma de laboratório, perfazendo quatro grupos investigados. Como em cada grupo havia quatro estudantes, a investigação totalizou dezesseis estudantes. O Quadro 6 apresentado na sequência ilustra essa distribuição, destacando o número de estudantes observados.



Quadro 6: Distribuição dos estudantes na atividade experimental – Fase de sondagem.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A observação junto aos dezesseis estudantes nesta fase de sondagem foi realizada pela pesquisadora devidamente posicionada nos grupos de trabalho.

4.2.2 Elaboração da ficha de observação

Para esta coleta levou-se em consideração o fato da literatura considerar como, no mínimo, problemático o processo de coleta de dados em uma investigação envolvendo pensamento metacognitivo (WHITE, 1990; ALONSO CRESPO, 1993; MAYOR; SUENGAS; GONZÁLEZ MARQUÉS, 1995). O agravante centra-se nas circunstâncias em que essa coleta ocorre, já que pressupõe pensamentos, que são processados internamente nos sujeitos, por isso difíceis de serem percebidos externamente. Entretanto, mesmo diante das dificuldades, e por conta delas, as pesquisas em metacognição vêm se servindo de variados instrumentos, sem haver um consenso sobre qual o mais adequado a ser utilizado. Evidentemente, ao selecionar o instrumento, os investigadores partem do objetivo de suas pesquisas em relação à área de investigação, cuja associação com o pensamento metacognitivo tem sido ampla e diversificada.

Dentre os instrumentos empregados nessas investigações, os mais frequentes são os protocolos de registro de pensamento e ações, entrevistas clínicas, questionários para respostas individuais e a observação direta no ambiente em estudo. Dentre esses se identificam com o presente estudo as observações diretas, realizadas por observadores externos. A opção justifica-se por ser uma investigação que envolve atividades de natureza experimental, o que muitas vezes representa um rico momento de diálogo, de livre expressão e de interações entre os estudantes.

A observação direta é uma opção a ser considerada para este tipo de coleta de dados, pois permite que o observador se aproxime dos estudantes. Estando esses organizados em pequenos grupos (três ou quatro estudantes), há a oportunidade de um acompanhamento prolongado e em diferentes situações. A observação aqui utilizada não se refere a um olhar livre, no qual se fazem registros ao acaso, mas, sim, a um olhar direcionado a um objetivo específico, bem definido, registrado pela ficha de observação, a qual define “o que e como deve ser observado”.

Essa observação aponta para a existência de diferentes possibilidades de registro, dentre as quais se opta pela ficha de observação, como forma de estabelecer claramente os aspectos a serem investigados durante as atividades experimentais. Tais aspectos se

encontram centrados nos seis elementos metacognitivos¹² tidos como atributos deste estudo. A construção da ficha considera esses seis elementos metacognitivos identificados com as ações dos estudantes no desenvolvimento das atividades experimentais. A inferência dessas ações toma por referência as atividades clássicas presentes no laboratório didático no Ensino Médio, caracterizado pela presença de roteiros, de estudantes distribuídos em pequenos grupos, de equipamentos didáticos presentes nos grupos de trabalho e processo dirigido total ou parcialmente pelo professor.

Com a identificação das possíveis ações dos estudantes, traçou-se um paralelo de como tais comportamentos poderiam ser indicativos da presença do pensamento metacognitivo. Observou-se, conforme mencionado oportunamente, uma correlação entre as variáveis enunciadas por Flavell e Wellman (1977) e as operações definidas por Brown (1978) com as etapas constituintes das atividades desenvolvidas em laboratório didático, mesmo que ainda segundo sua estrutura organizacional no modelo tradicional. Mais especificamente, tem-se que as atividades experimentais iniciam por questões de identificação do conhecimento (deveriam iniciar!), passando a questões mais específicas da atividade (tarefa) e da estratégia a ser utilizada. Na sequência, os estudantes pensam no modo de executá-la (deveriam pensar!) e procedem a sua realização para, ao final, concluir a atividade na forma de apresentação dos resultados. Evidentemente, tais etapas assinaladas como presentes nem sempre o estão, mas, em tese, seguem o padrão proposto nos roteiros, salvo pela questão de se pensar antes de executar.

Para a construção da ficha de observação organizou-se, inicialmente, um quadro para visualizar as relações entre os seis elementos metacognitivos, as possíveis ações dos estudantes durante uma atividade experimental, a leitura dessas ações em indicativos de evocação do pensamento metacognitivo e os itens a constituírem a ficha de observação. A respeito das manifestações metacognitivas, é preciso salientar que o pretendido está em detectar comportamentos dos estudantes que sejam indicativos da presença do pensamento metacognitivo, mesmo sabendo que, por vezes, comportamentos manifestados e aparentemente identificados como metacognitivos não o são, ou como menciona White (1990), podem-se estar observando comportamentos decorrentes de outros fenômenos que não a metacognição. Para tanto, define-se que são considerados como indicativos de comportamentos metacognitivos os externados por

¹² Pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação.

expressões corporais, verbais e/ou escritas e que estão vinculados aos componentes conhecimento do conhecimento e controle executivo e autorregulador.

Outro aspecto a ser considerado é que pode haver estudantes que não esboçam expressões, mas que estão evocando pensamento de natureza metacognitiva. Esse comportamento intrapessoal e sem caracterização exterior mostra-se complexo de ser identificado, ficando fora do alcance da ficha elaborada, entrando, provavelmente, na estatística das não manifestações metacognitivas. Acredita-se haver um número reduzido de estudantes com este tipo de comportamento, uma vez que os sujeitos da pesquisa são jovens, que normalmente são expressivos e voluntariosos, característica própria da idade, e que estão realizando atividades que lhes permitem liberdade de ação e diálogo. Mesmo diante dessas limitações, julga-se que a ficha de observação poderá oferecer um bom retrato da utilização pelos estudantes de seus recursos metacognitivos.

O quadro a seguir ilustra como a relação entre as ações dos estudantes e as manifestações metacognitivas foi entendida quando da elaboração da ficha de observação.

	Possíveis ações dos estudantes	Indicativos de manifestação metacognitiva	Item na ficha de observação
Pessoa	Lê para si ou com os colegas o objetivo. Presta atenção enquanto o professor expõe o objetivo. Expõe palavras ou expressões que possam ser interpretadas como de interesse pelo que será feito. Discute com seus colegas ou busca no seu material os conhecimentos considerados pré-requisitos.	Entende ou busca entender o objetivo. Mostra-se interessado. Revisa e identifica seus conhecimentos sobre o conteúdo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação de que há um problema a ser resolvido. 2. Interesse em resolver o problema. 3. Explicitação/discussão do que foi entendido sobre o problema. 4. Avaliação do conhecimento necessário para resolver o problema X conhecimento disponível.
Tarefa	Questiona ou discute com o professor ou colegas do grupo sobre o tipo de atividade a ser realizada ou mesmo sobre o procedimento apresentado.	Dialoga sobre a atividade a ser executada.	<ol style="list-style-type: none"> 5. Pesquisa referente às possíveis dificuldades. 6. Entendimento do tipo de tarefa a ser desenvolvida.

	Possíveis ações dos estudantes	Indicativos de manifestação metacognitiva	Item na ficha de observação
Estratégia	Aborda no grupo possíveis alternativas de desenvolvimento.	Reflete sobre o tipo de tarefa a ser desenvolvida.	7. Entendimento de como e por onde começar. 8. Identificação da melhor estratégia para resolver o problema. 9. Decisão de resolver o problema proposto.
Planificação	Discute com os colegas do grupo as atribuições de cada um diante da identificação das habilidades pessoais. Organiza ou participa da organização do grupo para a execução.	Identifica as atribuições de cada membro do grupo. Participa do planejamento das ações de cada membro.	10. Organização do grupo de acordo com características pessoais. 11. Planejamento de como resolver. 12. Planejamento sobre as atribuições de cada membro do grupo.
Monitoração	Expõe constantemente para si ou para o grupo o fim a ser alcançado. Cuida em manter as atenções do grupo centradas no objetivo cognitivo. Avalia periodicamente os equipamentos e materiais disponíveis em relação aos necessários.	Retoma constantemente as atividades e o objetivo cognitivo. Avalia se dispõe do necessário para atingir o objetivo almejado.	13. Retomada constante do objetivo a ser alcançado. 14. Avaliação dos equipamentos necessários e dos disponíveis para a realização da atividade.
Avaliação	Confronta o resultado encontrado com o objetivo cognitivo. Discute com os colegas se houve desvios na coleta dos dados e em que momento ocorreram. Analisa o resultado diante dos obtidos pelos outros grupos ou mesmo diante de seus conhecimentos.	Detecta, reflete e avalia os resultados obtidos. Procede à análise desses resultados diante dos referenciais disponíveis.	15. Identificação de possíveis desvios na coleta dos dados 16. Confronto do resultado com o objetivo proposto 17. Confronto do resultado diante das discussões teóricas. 18. Análise de fatores que interferiram no resultado.

Quadro 7: Relação entre as ações dos estudantes e os elementos metacognitivos - Fase de sondagem.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

	E1			E2			E3			E4		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
5. Pesquisa referente às possíveis dificuldades.												
6. Entendimento do tipo de tarefa a ser desenvolvida.												
7. Entendimento de como e por onde começar.												
8. Identificação da melhor estratégia para resolver o problema.												
9. Decisão de resolver o problema proposto.												
10. Organização do grupo de acordo com características pessoais.												
11. Planejamento de como resolver.												
12. Planejamento sobre as atribuições de cada membro do grupo.												
13. Retomada constante do objetivo a ser alcançado.												
14. Avaliação dos equipamentos necessários e dos disponíveis para a realização da atividade.												
15. Identificação de possíveis desvios na coleta dos dados.												
16. Confronto do resultado com o objetivo proposto.												
17. Confronto do resultado diante das discussões teóricas.												
18. Análise de fatores que interferiram no resultado.												

Quadro 8: Ficha de observação - Fase de sondagem.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Os registros equivalem à identificação do grau da manifestação de pensamento metacognitivo nos estudantes observados. Na ficha de observação cada estudante teve seus registros assinalados em uma coluna específica, designada como E1, E2, E3 e E4, indicando os

estudantes observados. O Apêndice B traz a ficha na forma como utilizada pelo observador (pesquisadora) nesta fase de sondagem.

Os dados coletados com o preenchimento das fichas de observação serão apresentados logo após o relato descritivo da atividade experimental realizada nesta fase de sondagem.

4.2.3 A atividade experimental

A atividade experimental observada foi organizada e desenvolvida pela professora das turmas no segundo semestre do ano de 2008, sobre o tema “Energia potencial elástica”, cujo roteiro é apresentado no Apêndice C. A pesquisadora não interferiu no planejamento nem no desenvolvimento dessa atividade, deixando-a totalmente sob a responsabilidade da professora da turma, que o fez segundo sua rotina habitual de aula. Esta seguiu o modelo tradicional e costumeiramente presente no Ensino Médio, no qual os roteiros são expostos de forma descritiva, sequencial e estruturada, sendo guiados pela professora e executados pelos estudantes em seus grupos de trabalho.

A aula observada encontra-se muito próxima das atividades voltadas a verificações de fatos e princípios físicos estudados teoricamente. A abordagem metodológica encontra-se presa ao roteiro, apresentado de forma muito semelhante aos *cook-book*, remetendo o estudante a seguir um rol de instruções para chegar a um resultado experimental “planejado pelo professor”, sem possibilidades de autonomia de escolhas, nem operacionais nem cognitivas. Os raros momentos de questionamentos dos estudantes estiveram limitados a esclarecimentos operacionais para a execução da atividade experimental. O encerramento da atividade deu-se mediante a exposição escrita no relatório do resultado (matemático) encontrado.

4.2.4 Resultado das fichas de observação

As fichas de observação possibilitaram a coleta de dados junto ao universo da pesquisa, os quais estão representados a seguir de três formas distintas: a Tabela 1, com os valores totais por item da ficha de observação; a Tabela 2, com valores percentuais agrupando esses itens

por elementos metacognitivos; o Gráfico 1, ilustrando os valores da tabela anterior (elementos metacognitivos).

A tabela a seguir corresponde à primeira forma mencionada no parágrafo anterior, apresentando na primeira coluna os itens avaliados junto aos estudantes e, nas colunas subsequentes, os respectivos registros¹³.

Tabela 1: Resultado por item da ficha de observação – Fase de sondagem
Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante investigado apresenta

	S	D	N
1. Identificação de que há um problema a ser resolvido.	8	8	
2. Interesse em resolver o problema.	12	4	
3. Explicitação/discussão do que foi entendido sobre o problema.		8	8
4. Avaliação do conhecimento necessário para resolver o problema X conhecimento disponível.	4	8	4
5. Pesquisa referente às possíveis dificuldades.		4	12
6. Entendimento do tipo de tarefa a ser desenvolvida.	4	12	
7. Entendimento de como e por onde começar.		16	
8. Identificação da melhor estratégia para resolver o problema.			16
9. Decisão de resolver o problema proposto.	4	8	4
10. Organização do grupo de acordo com características pessoais.			16
11. Planejamento de como resolver.		4	12
12. Planejamento sobre as atribuições de cada membro do grupo.			16
13. Retomada constante do objetivo a ser alcançado.		12	4
14. Avaliação dos equipamentos necessários e dos disponíveis para a realização da atividade.		8	8
15. Identificação de possíveis desvios na coleta dos dados.			16
16. Confronto do resultado com o objetivo proposto.			16
17. Confronto do resultado diante das discussões teóricas.		4	12
18. Análise de fatores que interferiram no resultado.			16

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A Tabela 2 ilustra os valores percentuais agrupando os itens da tabela anterior por elementos metacognitivos. A primeira coluna apresenta esses elementos com a indicação entre parênteses dos itens correspondentes na ficha de observação; as demais colunas apresentam os registros percentuais para o total da amostra investigada.

¹³ O Apêndice D apresenta os dados obtidos por turma (grupo observado).

Tabela 2: Resultado em percentual por elemento metacognitivo - Fase de sondagem.

	S (%)	D (%)	N (%)
Pessoa (1, 2, 3, 4)	37,50	43,75	18,75
Tarefa (5, 6)	12,50	50	37,50
Estratégia (7, 8, 9)	8,33	50	41,67
Planificação (10, 11, 12)	--	8,33	91,67
Monitoração (13, 14)	--	62,50	37,50
Avaliação (15, 16, 17, 18)	--	6,25	93,75

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

O Gráfico 1 ilustra os valores da tabela anterior correspondente aos elementos metacognitivos investigados.

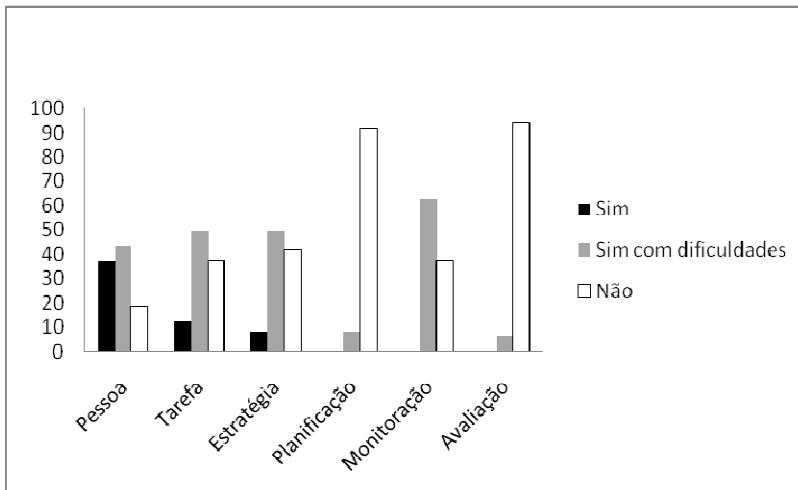


Gráfico 1: Resultado percentual por elemento metacognitivo - Fase de Sondagem.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

4.2.5 Análise dos resultados

Os dados apresentados possibilitam inferir que a atividade experimental realizada com as turmas investigadas mostrou-se limitada quanto à evocação do pensamento metacognitivo. Os percentuais indicados nas tabelas e ilustrados no gráfico apontam deficiências na possibilidade da evocação dos elementos metacognitivos, tanto dos relacionados ao conhecimento sobre o conhecimento (pessoa, tarefa e estratégia), como os vinculados a controle executivo e autorregulador das ações (planificação, monitoração e avaliação).

O mais significativo dessa fase da pesquisa foram os índices que receberam zero na ficha de observação, como os elementos constituintes da componente controle executivo e autorregulador. Retomando o exposto na revisão de literatura, esses elementos indicam o momento em que o sujeito demonstra que tem domínio do conhecimento, sendo, pois, capaz de operar suas ações. É somente quando o sujeito regula ou monitora as tarefas de cognição que pode tirar benefício dos fracassos, deixando de lado as estratégias inadequadas (BROWN, 1978). Portanto, mesmo que os elementos relacionados ao conhecimento sobre o conhecimento tenham se mostrado presentes, apenas se converterão em benefícios aos estudantes quando se manifestarem também nas operações relativas ao controle executivo e autorregulador das ações.

Estendendo esse raciocínio às atividades experimentais, há de se considerar que, quando o estudante, individualmente ou em seu grupo de trabalho, opera de forma a planejar as ações, monitorá-las e, ao final, avaliá-las, efetivamente caminha na busca da apropriação significativa dos conhecimentos. O resgate dos conhecimentos específicos do conteúdo em estudo, bem como da tarefa e da estratégia a serem utilizadas, representa momento significativo para a aprendizagem, entretanto não é suficiente. É preciso pô-los em ação, para que se possa verificar se, de fato, têm domínio do conhecimento em questão.

Com relação à atividade experimental investigada, observou-se ainda que os estudantes evidenciaram dificuldades na tomada de consciência sobre o que estão fazendo, tendendo a se lançar à sua execução sem identificar aspectos de gerência e controle. Infere-se, pela dificuldade na evocação dos aspectos relacionados ao controle executivo e autorregulador, que eles acabam sendo executores de um receituário, sem se preocupar em refletir acerca do que estão fazendo e do que precisam para atingir o objetivo proposto.

De forma mais pontual, foi possível constatar que não há momentos significativos de evocação do pensamento metacognitivo, confirmando a hipótese, tampouco de sua utilização. Isso pode estar relacionado ao fato de não terem sido explicitados pelo professor por escrito, nem verbalmente. Em uma análise do roteiro utilizado, percebe-se claramente a situação exposta, pois este não envolvia itens relacionados a momentos de reflexão sobre a ação que levariam os estudantes a recorrer a seus pensamentos metacognitivos. Em outras palavras, a atividade não se encontrava estruturada com objetivos metacognitivos, que, evidentemente, não estavam no propósito da professora, seja por desconhecimento, seja por não se vincularem aos seus objetivos didáticos. Porém, mesmo sem estar nos propósitos da docente, julga-se que, em certa medida, deveriam ser externados, pois são pensamentos inerentes ao ser humano, não condicionados pelo professor, mas, sim, favorecidos por ele em suas opções didáticas.

A organização da atividade sem uma discussão teórica prévia, sem a possibilidade de discussões de hipóteses sobre o que será observado, somada à forma direta de apresentar os resultados obtidos com a atividade e conseqüente carência de diálogo sobre esses resultados, seja no grupo de trabalho, seja entre os grupos, contribuiu para os resultados negativos obtidos nessa fase. A identificação de tais aspectos, acrescidos dos resultados quantitativos apresentados, evidencia que não se pode deixar que o pensamento metacognitivo flua como algo espontâneo no estudante; é preciso que o professor seja mais enfático em sua ação didática, inserindo momentos de evocação e utilização desse pensamento.

O exposto corrobora que poucos estudantes conseguem recorrer a essa forma de pensamento sem a necessidade de serem instigados para tal, os quais são identificados na literatura como os *experts*, que são bem-sucedidos em suas aprendizagens, conforme já mencionado. Desta forma, acredita-se na possibilidade de que mais estudantes possam se beneficiar desse pensamento e lograr êxito em suas aprendizagens, à medida que se faça explícito na atividade. Tal inferência é salientada por Chi et al. (1989), de modo específico na pesquisa em que investigam a presença da metacognição como recurso didático em exemplos resolvidos dos livros didáticos de Física.

No estudo, Chi e colaboradores ressaltam que, quando se quer que os estudantes recorram aos seus pensamentos metacognitivos como recurso de aprendizagem, é necessário que este se faça explícito, seja pelo professor, seja pelo livro didático. Advertem ainda que os exemplos resolvidos nesses livros não oferecem recurso metacognitivo

como meio de os estudantes recorrerem a essa forma de pensamento, a fim de transpor o exemplo resolvido à nova situação proposta pelos autores. Além disso, o estudo mostra que os estudantes que conseguem entender as explicações contidas nos exemplos e, com base nelas, resolver os novos problemas são os que operam a capacidade de generalização pela utilização do pensamento metacognitivo, mesmo que implicitamente. Chi et al. inferem: “[...] sugerimos que um bom estudante ‘entende’ uma solução de exemplo, e consegue generalizar porque ele ou ela faz um esforço consciente para verificar as condições de aplicação das etapas de solução, além do que é mencionado explicitamente”. (1989, p. 149, destaque dos autores, tradução nossa).

Ao lado da necessidade de explicitar, Chi e colaboradores (1989) reforçam que toda instrução também necessita dar as condições da evocação, o que significa que, na realização das atividades experimentais, mais do que deixar clara a necessidade de a metacognição se fazer presente, é preciso identificar as condições de sua evocação, pois, caso contrário, não será utilizada pelo estudante. Dar as condições de sua evocação pode ser interpretado como mostrar quando e como deve ser utilizada pelo estudante, o que representa um método de orientação explícita. Esse mecanismo pode ser promovido pela utilização das estratégias de aprendizagem metacognitivas associadas às ferramentas didáticas, como se propõe no modelo de AEMc, relatado ao final do capítulo anterior.

Por fim, salienta-se que a sondagem corroborou a ideia inicial de que na forma tradicional de organização das atividades experimentais não há momentos significativos de evocação do pensamento metacognitivo, ficando isso a cargo da espontaneidade de cada estudante, razão de sua baixa frequência. Conforme destacado, a ativação dos recursos de pensamento metacognitivo nos estudantes promove uma reflexão sobre seus conhecimentos, oferecendo-lhes condições de controlar a execução de suas ações, e por não ser um processo espontâneo para grande parte dos estudantes, julga-se pertinente a inclusão de momentos de explicitação desse pensamento. Nesse sentido, e tendo em vista que o pensamento metacognitivo poderá não emergir, caso não seja incentivado, formulou-se com base nesses resultados o modelo de AEMc já explicitada.

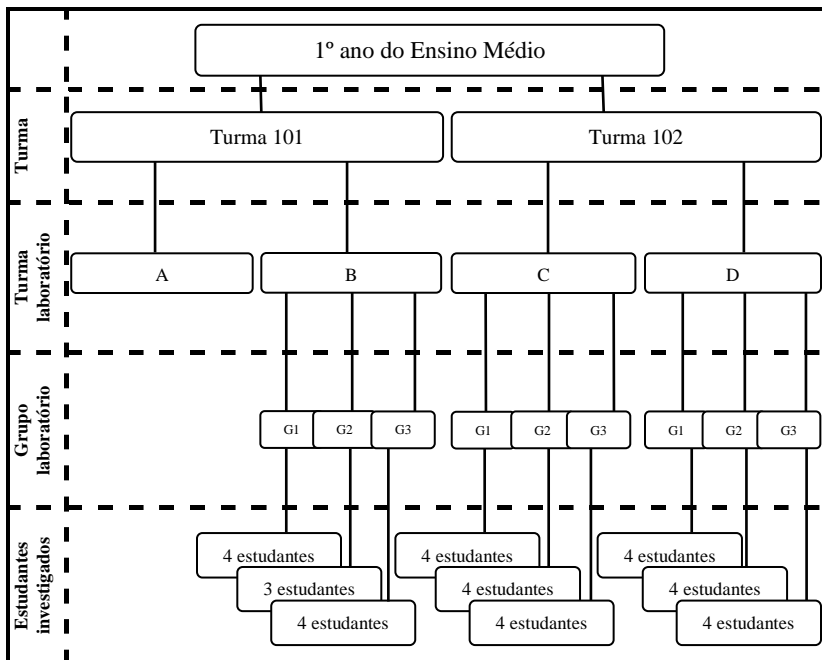
Com a elaboração deste modelo de atividade experimental procede-se a sua exequibilidade na forma de um ensaio (teste piloto) no mesmo contexto no qual foi realizada a sondagem.

4.3 Fase do teste piloto

Com o objetivo de avaliar a ficha de observação e a operacionalização do novo modelo de atividades experimentais na perspectiva de seu roteiro-guia, realiza-se uma atividade experimental no modelo metacognitivo – AEMc. O objetivo é identificar possíveis aspectos limitantes e frágeis, procedendo aos ajustes pertinentes. É, no sentido literal, um ensaio com vistas a refinar, ajustar a ficha de observação e o roteiro-guia utilizado na pesquisa. A seção seguinte oferece um paralelo entre os resultados do teste piloto e os obtidos na fase de sondagem, como forma de iniciar uma discussão sobre a viabilidade e potencialidade do modelo de AEMc.

4.3.1 Caracterização da amostra

O teste piloto foi realizado na mesma escola e com as mesmas turmas da sondagem. A diferença está em que no teste piloto estão sendo considerados todos os estudantes de três turmas de laboratório (B, C e D), perfazendo um total de trinta e cinco estudantes. Os dados relativos à Turma A de laboratório foram descartados por problemas técnicos; portanto, não serão considerados para este estudo piloto. O Quadro 9 ilustra como os sujeitos da pesquisa se organizaram durante a AEMc.



Quadro 9: Distribuição dos estudantes na atividade experimental – Fase Piloto.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

4.3.2 Ficha de observação

A ficha de observação utilizada nesta fase sofreu alterações em virtude das necessidades do novo modelo proposto de AEMc, assim especificadas:

- acréscimo de um item para o elemento metacognitivo pessoa, como decorrência da necessidade de valorizar as explicações teóricas iniciais da atividade experimental, ausentes no modelo tradicional utilizado na fase sondagem;
- ampliação no número de itens para o elemento monitoração, passando de dois para seis, justificado pela importância dada a este elemento metacognitivo no modelo de AEMc, levando a que o número de itens que o avalia também seja ampliado;

- diminuição de um item da planificação, passando de três para dois, em virtude de sobreposição com o elemento estratégia;
- eliminação de um item no elemento estratégia em virtude de justaposição de itens;
- redução em um item do elemento avaliação por proximidade com outro no mesmo elemento.

O quadro a seguir descreve a nova ficha, seguindo o descrito na fase de sondagem. A primeira coluna refere-se ao elemento metacognitivo; a segunda, às ações dos estudantes; a terceira, ao indicativo de manifestação metacognitiva associada à ação e, por fim, como essas manifestações são consideradas como itens da ficha de observação.

	Possíveis ações dos estudantes	Indicativos de manifestação metacognitiva	Item na ficha de observação
Pessoa	Lê o objetivo da atividade. Presta atenção quando o professor expõe o objetivo. Expõe palavras ou expressões que possam ser interpretadas como de interesse pelo que será feito. Participa da elaboração das hipóteses. Discute com seus colegas ou busca no seu material os conhecimentos considerados pré-requisitos.	Entende ou busca entender o objetivo cognitivo. Mostra-se interessado. Formula hipóteses. Revisa e identifica seus conhecimentos sobre o conteúdo.	1. Apresenta clareza referente ao objetivo a ser alcançado. 2. Entende o que deverá ser feito. 3. Mostra-se interessado por sua realização. 4. Participa da elaboração das hipóteses de estudo. 5. Identifica e retoma os conhecimentos prévios.
Tarefa	Questiona ou discute com o professor ou colegas do grupo sobre o tipo de atividade a ser realizada ou mesmo sobre o procedimento apresentado.	Dialoga sobre o procedimento a ser executado.	6. Pesquisa e discute com os colegas possíveis dificuldades. 7. Apresenta entendimento do tipo de tarefa.
Estratégia	Aborda no grupo possíveis alternativas de desenvolvimento.	Reflete sobre o tipo de tarefa a ser desenvolvida.	8. Discute e identifica a melhor estratégia a ser utilizada. 9. Tendo necessidade, busca esclarecer suas dúvidas.

	Possíveis ações dos estudantes	Indicativos de manifestação metacognitiva	Item na ficha de observação
Planificação	Discute com os colegas do grupo as atribuições de cada um diante da identificação das habilidades pessoais. Organiza ou participa da organização do grupo.	Identifica as atribuições de cada membro do grupo; Participa do planejamento das ações de cada membro.	10. Planeja o desenvolvimento. 11. Organiza as atividades do grupo com base em critérios claros.
Monitoração	Expõe constantemente para si ou para o grupo o fim a ser alcançado. Cuida para manter as atenções do grupo centradas no objetivo cognitivo. Avalia periodicamente os equipamentos e materiais disponíveis em atenção aos necessários. Faz registros durante atividade, discutindo/questionando seus colegas. Busca informações em seus registros da aula teórica ou manifesta dúvidas para posterior aprofundamento. Mantém diálogo com os colegas sobre o que estão fazendo. Mantém sua atenção na atividade em desenvolvimento (não é disperso ou realiza algo fora do contexto da aula).	Retoma constantemente as atividades e o objetivo cognitivo. Avalia se dispõe do necessário para atingir o objetivo almejado. Reflete sobre os dados coletados na atividade. Mantém diálogo com o grupo. Mantém-se concentrado na aula. Procede à seleção de informações relevantes da atividade.	12. Acompanha mentalmente o procedimento adotado. 13. Avalia os equipamentos e materiais necessários diante dos disponíveis. 14. Questiona a si ou a seus colegas sobre o andamento e execução do proposto. 15. Retoma constantemente o objetivo a ser alcançado. 16. Esforça-se para realizar a atividade até o fim. 17. Seleciona e organiza as informações relevantes para atingir o objetivo proposto.
Avaliação	Confronta o resultado encontrado com o objetivo cognitivo. Discute com os colegas se houve desvios na coleta dos dados e em que momento ocorreram. Analisa o resultado diante dos obtidos pelos outros grupos ou mesmo diante de seus conhecimentos.	Detecta, reflete e avalia os resultados obtidos. Procede à análise desses resultados diante dos referenciais disponíveis.	18. Identifica possíveis desvios na coleta de dados. 19. Ao final, retoma o objetivo a fim de confrontá-lo com o resultado obtido. 20. Apresenta clareza no entendimento do resultado encontrado.

Quadro 10: Relação entre as ações dos estudantes e os elementos metacognitivos – Fase Piloto.

Fonte: dados da pesquisa, 2008.

O Quadro 11 mostra a nova ficha de observação, que seguiu a mesma escala de registro da anterior, com “S” para “sim”, “D” para “sim com dificuldades” e “N” para “não”.

Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante

	E1			E2			E3			E4		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
1. Apresenta clareza referente ao objetivo a ser alcançado.												
2. Entende o que deverá ser feito.												
3. Mostra-se interessado por sua realização.												
4. Participa da elaboração das hipóteses de estudo.												
5. Identifica e retoma os conhecimentos prévios.												
6. Pesquisa e discute com os colegas possíveis dificuldades.												
7. Apresenta entendimento do tipo de tarefa.												
8. Discute e identifica a melhor estratégia a ser utilizada.												
9. Tendo necessidade, busca esclarecer suas dúvidas.												
10. Planeja o desenvolvimento.												
11. Organiza as atividades do grupo em função de critérios claros.												
12. Acompanha mentalmente o procedimento adotado.												
13. Avalia os equipamentos e materiais necessários diante dos disponíveis.												
14. Questiona a si ou a seus colegas sobre o andamento e execução do proposto.												
15. Retoma constantemente o objetivo a ser alcançado.												
16. Esforça-se para realizar até o fim a atividade.												
17. Seleciona e organiza as informações relevantes para atingir ao objetivo proposto.												
18. Identifica possíveis desvios na coleta de dados.												
19. Ao final, retoma o objetivo a fim de confrontá-lo com o resultado obtido.												
20. Apresenta clareza no entendimento do resultado encontrado.												

Quadro 11: Ficha de observação – Fase Piloto.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Da mesma forma que na sondagem, na nova ficha de observação os registros associam-se ao grau da manifestação do comportamento identificado como decorrente do pensamento metacognitivo. Cada estudante (E1, E2, E3 e E4) recebeu seus registros na ficha de observação assinalada por um observador externo posicionado no grupo de trabalho. O Apêndice E traz a ficha na forma como foi utilizada pelos observadores neste teste piloto.

A observação ocorreu nos três grupos de trabalho de cada turma de laboratório, o que implicou a necessidade de três observadores. Além disso, a pesquisadora, que fora a observadora na fase anterior, assumiu o papel de professora nesta nova etapa, inviabilizando a possibilidade de observar um dos grupos. Dessa forma, recorreu-se a três estudantes do curso de graduação em Física da Universidade de Passo Fundo, para que assumissem a condição de observadores externos, posicionados nos três grupos de laboratório em cada uma das turmas investigadas.

Os observadores, após estudos teóricos relacionados à metacognição segundo os aspectos estabelecidos nos dois primeiros capítulos, foram apresentados ao modelo de AEMc. Com relação às especificidades da observação a ser realizada, recorreu-se ao Quadro10 para explicar as possíveis ações dos estudantes durante a atividade experimental e como se encontram relacionadas com manifestações de comportamentos identificados com o pensamento metacognitivo.

4.3.3 Ensaio da AEMc

Com o intuito de ser um ensaio, realizou-se com as turmas de laboratório do primeiro ano uma atividade experimental dentro do novo modelo de AEMc em estudo, na primeira proposição, a qual se relata sucintamente na continuidade.

O objetivo principal deste ensaio era avaliar a execução de uma AEMc na forma proposta, seu roteiro-guia e a ficha de observação. Assim, após definição do conteúdo a ser abordado¹⁴ – “Conservação e dissipação de energia mecânica utilizando um dispositivo denominado de *looping*” – estruturou-se o roteiro-guia a ser utilizado (APÊNDICE F). A proposição de AEMc utilizada foi a primeira, na qual o professor detém o controle e delega aos poucos responsabilidades aos estudantes, conforme já comentado.

¹⁴ O conteúdo seguiu a programação anual definida pela professora das turmas.

Neste novo modelo a pré-teoria foi organizada de forma a conter perguntas referentes ao conteúdo em estudo, buscando situar o estudante diante do tema a ser abordado na atividade. A formulação de hipótese, o resgate dos conhecimentos necessários à atividade, a explicação dos equipamentos, a explicitação dos objetivos e o planejamento de como fazer foram explanados pela professora (pesquisadora), deixando-se a cargo dos estudantes a execução operacional da atividade experimental. A forma de organizar o resultado foi descrita oralmente pela pesquisadora, propondo que os estudantes não apenas registrassem esses resultados, mas os discutissem. Quando do fechamento da atividade experimental, foi proposta a explanação dos resultados encontrados no coletivo da turma, porém este momento ficou prejudicado pela limitação do tempo da aula (cinquenta minutos).

Dentre as novidades deste novo modelo de atividade experimental, a principal estava nos Questionamentos Metacognitivos, devidamente arranjado na forma de blocos, com perguntas de natureza metacognitiva e que deveriam induzir o estudante a refletir sobre suas ações de forma a favorecer a evocação do pensamento metacognitivo.

Como avaliação da execução de uma AEMc neste ensaio, relata-se que a atividade foi desenvolvida dentro do previsto, exceto pela questão da limitação do tempo para a sua execução. Uma avaliação mais ampla deste teste piloto será apresentada mais adiante, ao se discutirem as limitações identificadas no roteiro-guia e na ficha de observação. Antes, porém, apresentam-se os resultados das avaliações dos observadores e as comparações desses com os obtidos na fase de sondagem.

4.3.4 Resultado das fichas de observação

Mesmo que o objetivo primeiro do teste piloto não seja a análise dos dados obtidos com as fichas de observação, mas a sua avaliação, bem como a do roteiro-guia, procede-se na continuidade à apresentação dos dados coletados por conta deste teste. O objetivo é abrir caminho para discutir a viabilidade e a potencialidade das AEMc.

Os dados desta fase estão representados de três formas distintas: a Tabela 3, com os valores totais por item da ficha de observação; a Tabela 4, com valores percentuais agrupando esses itens por elementos

metacognitivos; o Gráfico 2, ilustrando os valores da tabela anterior (elementos metacognitivos)¹⁵.

A tabela a seguir corresponde à primeira mencionada no parágrafo anterior, apresentando na primeira coluna os itens avaliados junto aos estudantes e, nas colunas subsequentes, os registros dos observadores. O resultado corresponde à soma dos registros para o total da amostra.

Tabela 3: Resultado por item da ficha de observação – Fase Piloto.

Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante

	S	D	N
1. Apresenta clareza referente ao objetivo a ser alcançado.	32	3	-
2. Entende o que deverá ser feito.	29	6	-
3. Mostra-se interessado por sua realização.	30	5	-
4. Participa da elaboração das hipóteses de estudo.	23	4	8
5. Identifica e retoma os conhecimentos prévios.	24	3	8
6. Pesquisa e discute com os colegas possíveis dificuldades.	15	5	15
7. Apresenta entendimento do tipo de tarefa.	29	6	-
8. Discute e identifica a melhor estratégia a ser utilizada.	18	8	9
9. Tendo necessidade, busca esclarecer suas dúvidas.	29	3	3
10. Planeja o desenvolvimento.	26	8	1
11. Organiza as atividades do grupo em função de critérios claros.	21	2	12
12. Acompanha mentalmente o procedimento adotado.	27	3	5
13. Avalia os equipamentos e materiais necessários diante dos disponíveis.	28	5	2
14. Questiona a si ou a seus colegas sobre o andamento e execução do proposto.	22	4	9
15. Retoma constantemente o objetivo a ser alcançado.	13	6	16
16. Esforça-se para realizar até o fim a atividade.	26	5	4
17. Seleciona e organiza as informações relevantes para atingir ao objetivo proposto.	26	5	4
18. Identifica possíveis desvios na coleta de dados.	24	4	7
19. Ao final, retoma o objetivo a fim de confrontá-lo com o resultado obtido.	18	4	13
20. Apresenta clareza no entendimento do resultado encontrado.	17	5	13

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A Tabela 4 ilustra os valores percentuais agrupando os itens da tabela anterior por elementos metacognitivos. A primeira coluna apresenta esses elementos com a indicação entre parênteses dos itens correspondentes na ficha de observação; as demais colunas apresentam os registros percentuais para o total da amostra investigada na AEMc.

¹⁵ O Apêndice G apresenta os dados obtidos por turma (B, C e D).

Tabela 4: Resultado em percentual por elemento metacognitivo – Fase Piloto.

	S (%)	D (%)	N (%)
Pessoa (1, 2, 3, 4, 5)	78,86	12	9,14
Tarefa (6, 7)	62,86	15,71	21,43
Estratégia (8, 9)	67,14	15,71	17,14
Planificação (10, 11)	67,14	14,29	18,57
Monitoração (12, 13, 14, 15, 16, 17)	67,62	13,33	19,05
Avaliação (18, 19, 20)	56,19	13,38	31,43

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

O Gráfico 2 ilustra os valores da tabela anterior para os elementos metacognitivos investigados.

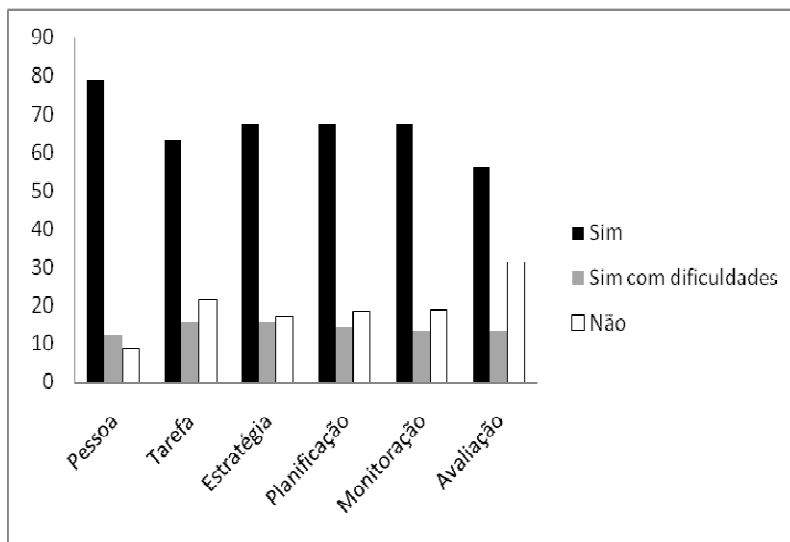


Gráfico 2: Resultado percentual por elemento metacognitivo – Fase Piloto.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

Os dados apresentados serão analisados na continuidade de modo a se estabelecer um paralelo entre as fases piloto e sondagem.

4.4 Sondagem *versus* piloto: análise das fichas de observação

A presente seção destina-se a analisar os dados coletados nas fases sondagem e piloto, de modo a estabelecer um paralelo entre eles. Destaca-se que, mesmo que este não tenha sido o objetivo dessas duas fases, ou mesmo que as amostras em confronto estejam representadas por números diferentes de sujeitos, embora sejam as mesmas turmas, opta-se por apresentá-los. Justifica-se tal opção por representar a possibilidade, mesmo que limitada, de confronto, uma vez que na fase de viabilidade os sujeitos não seriam mais os mesmos, inviabilizando essa comparação.

A análise dos dados segue a proposta metodológica de apresentá-los numa abordagem quantitativa, com uma reflexão de cunho qualitativo. Nesse sentido, procede-se à categorização e subcategorização dos dados dentro das componentes e dos elementos metacognitivos tidos como atributos de investigação, ilustrando para cada elemento metacognitivo os avanços do teste piloto em comparação à sondagem. Chama-se a atenção neste momento para a passagem das componentes metacognitivas para categorias e, da mesma forma, dos elementos metacognitivos para subcategorias.

Especificando, tem-se:

Categoria 1: Conhecimento do conhecimento

Subcategoria A: Pessoa

Subcategoria B: Tarefa

Subcategoria C: Estratégia

Categoria 2: Controle executivo e autorregulador

Subcategoria D: Planificação

Subcategoria E: Monitoração

Subcategoria F: Avaliação

A análise é guiada pela apresentação de um gráfico que ilustra os dados obtidos por conta deste elemento metacognitivo nas duas fases, respectivamente presentes nas Tabelas 2 e 4¹⁶. Logo após, procede-se a uma rápida apresentação do elemento metacognitivo a que se refere a subcategoria em análise. Na continuidade, é realizada a leitura dos resultados apresentados no gráfico, vindo na sequência exemplificações

¹⁶ Os dados percentuais apresentados nas duas tabelas referem-se a números diferentes de estudantes; a Tabela 2 refere-se à porcentagem em relação a dezesseis estudantes e a Tabela 4, a trinta e cinco estudantes. Além disso, o número de itens da ficha de observação que integra cada elemento metacognitivo e totaliza o percentual apresentado nas respectivas fases são diferentes, conforme indicado entre parênteses nas respectivas tabelas.

relativas aos dados obtidos por item com a ficha de observação e presentes nos Apêndices D e G. Por fim, procede-se a uma explanação relacionada aos resultados obtidos nas duas fases.

4.4.1 Conhecimento do conhecimento

Nesta categoria encontram-se os dados referentes ao processo de tomada de consciência dos estudantes sobre o que sabem com relação aos seus conhecimentos, mais especificamente, sobre os elementos metacognitivos pessoa, tarefa e estratégia.

a) Pessoa

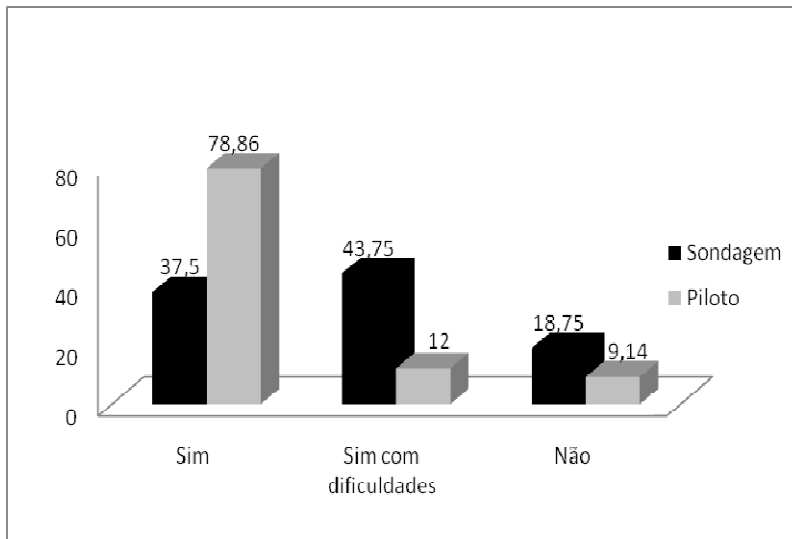


Gráfico 3: **Dados referentes ao elemento pessoa – Fase Piloto.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A subcategoria pessoa encontra-se associada às convicções que os estudantes apresentam sobre si mesmos e em comparação com os outros. Representa a identificação do seu modo de pensar, de como processam as informações que lhes são fornecidas, caracterizando-se pela identificação de suas crenças e de seus conhecimentos, assim pela identificação dessas características no outro.

O gráfico mostra que, na atividade experimental observada na fase de sondagem, os estudantes apresentavam escasso hábito de identificação de suas habilidades e limitações diante das atividades experimentais propostas, questionando pouco a si ou mesmos em confronto com os saberes de seus colegas. O percentual de 37,50% na alternativa *sim* passou para 78,86% no teste piloto, ou seja, a tomada de consciência sobre o que sabem sobre o assunto, como julgam saber e a identificação do que os colegas sabem passa a ser fazer mais presente no modelo de AEMc.

Nas fichas de observação, em ambas as fases, o primeiro item questionava se havia identificação de algo a ser executado na atividade experimental. Os resultados apontam que, na fase de sondagem, 8 (16)¹⁷ estudantes conseguiram identificar (alternativa *sim*); em contrapartida, no teste piloto 32 (35) estudantes o fizeram. Isso é indicativo de que, mesmo havendo, inicialmente, o reconhecimento da existência da atividade, quando é explicitada pelo professor ou pelo roteiro-guia, passa a ser percebida por um número maior de estudantes.

Outro dado que demonstra a diferença nas respostas dos estudantes nas duas fases relaciona-se ao resgate dos conhecimentos necessários para a realização da atividade, correspondendo ao item 4 da ficha de sondagem e 5 da ficha do teste piloto. Na primeira ficha, a alternativa *sim* foi registrada para 4 (16) estudantes e, na ficha do teste piloto, para 24 (35) estudantes, evidenciando que, quando o professor organiza a atividade de modo a favorecer o resgate de conhecimentos, os estudantes respondem positivamente.

Com essa análise percebe-se que o modelo tradicional de atividades experimentais oferece alguns momentos para que os estudantes retomem seus saberes, ao passo que o modelo proposto de AEMc é mais eficiente, favorecendo a que um maior número de estudantes se mostre propenso a isso.

¹⁷ O número indicado entre parênteses representa o total de sujeitos investigados.

b) Tarefa

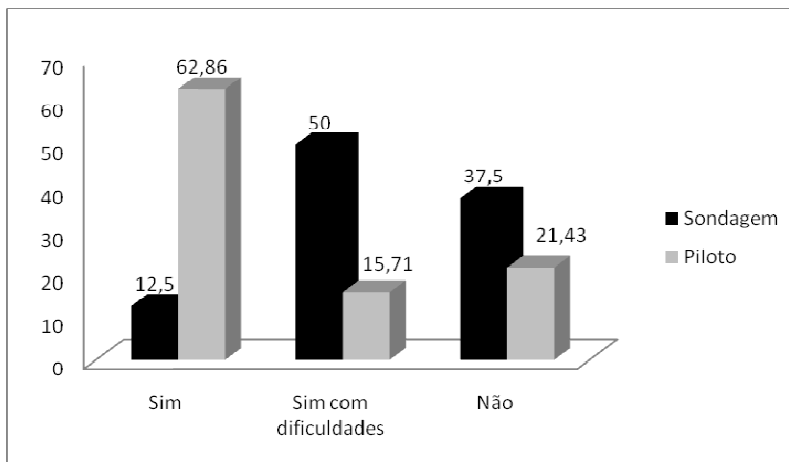


Gráfico 4: Dados referentes ao elemento tarefa - Fase Piloto.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A subcategoria tarefa encontra-se relacionada à identificação, por parte dos estudantes, dos fatores e das condições que conduzem a que uma atividade seja entendida como mais difícil que outra e, ainda, vinculam-se às experiências cognitivas e às comparações estabelecidas entre elas.

O gráfico ilustra que na fase de sondagem os estudantes se apresentam limitados na busca por refletir sobre o tipo de atividade experimental a ser realizada e as suas exigências. O percentual de 12,50% na fase de sondagem para a alternativa *sim* demonstra que a maioria dos estudantes tem dificuldade em recorrer a esses elementos metacognitivos; em contrapartida, 62,86% deles utilizaram-se desses quando de sua explicitação no novo modelo de atividade experimental, conforme revelou o teste piloto.

Na análise por itens junto às fichas de observação, percebe-se a diferença entre as fases. Por exemplo, o item 5 da primeira ficha investigou se os estudantes pesquisam, com base em seus conhecimentos anteriores, possíveis dificuldades para a realização da atividade experimental. Este item não obteve registro para a alternativa *sim*; já no teste piloto o item similar, número 6, obteve 15 (35) registros na mesma alternativa. Certamente, no novo modelo a inserção de itens no roteiro-guia direcionados a essa retomada de conteúdos e o

questionamento metacognitivo explícito mostram-se como estimuladores para a evocação deste elemento metacognitivo.

c) Estratégia

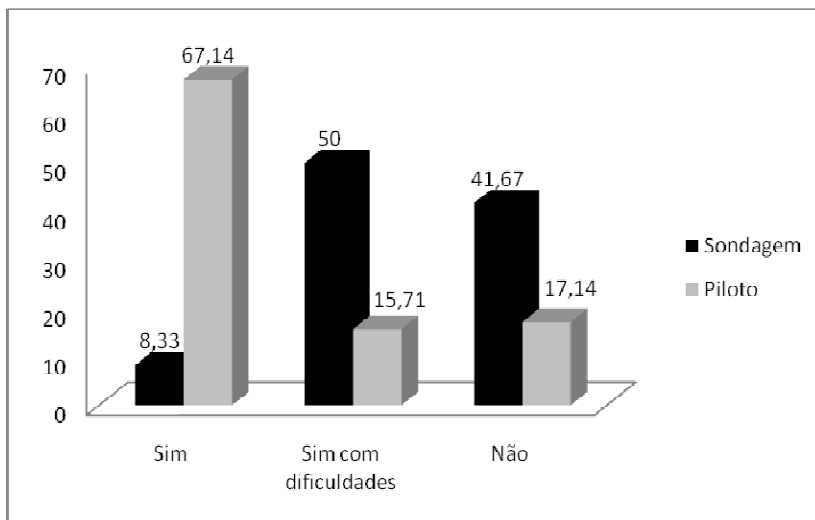


Gráfico 5: **Dados referentes ao elemento estratégia - Fase Piloto.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A subcategoria estratégia vincula-se à identificação pelos estudantes da aplicação de determinadas estratégias, representando o momento em que questionam o que precisa ser feito, evidenciando que a tomada de consciência sobre a estratégia adequada para desenvolver a atividade experimental proposta passa a ser ativada.

O gráfico ilustra a diferença apontada na ficha de observação entre as alternativas *sim* e *não* na fase de sondagem, mostrando que é mais saliente do que as anteriores. Isso evidencia que os estudantes apresentam maiores dificuldades quando se trata de identificar características específicas da atividade experimental. Na avaliação desse elemento percebe-se que o índice de 8,33% da alternativa *sim* na fase de sondagem eleva-se para 67,14% no teste piloto.

No item 8 da ficha de sondagem, por exemplo, nenhum estudante identificou a estratégia para executar a tarefa; no mesmo item da ficha do teste piloto, 18 (35) estudantes conseguiam identificá-la. Mais uma vez, percebe-se a importância de se possibilitarem, explicitamente, momentos de evocação metacognitivo, conduzindo os

estudantes a proceder à seleção e à identificação das estratégias mais adequadas para desenvolver suas atividades.

4.4.2 Controle executivo e autorregulador

Nesta categoria encontram-se os dados referentes ao processo de gestão da atividade experimental e ao modo como os estudantes conduziram o processo, mais especificamente, refere-se aos elementos metacognitivos planificação, monitoração e avaliação.

a) Planificação

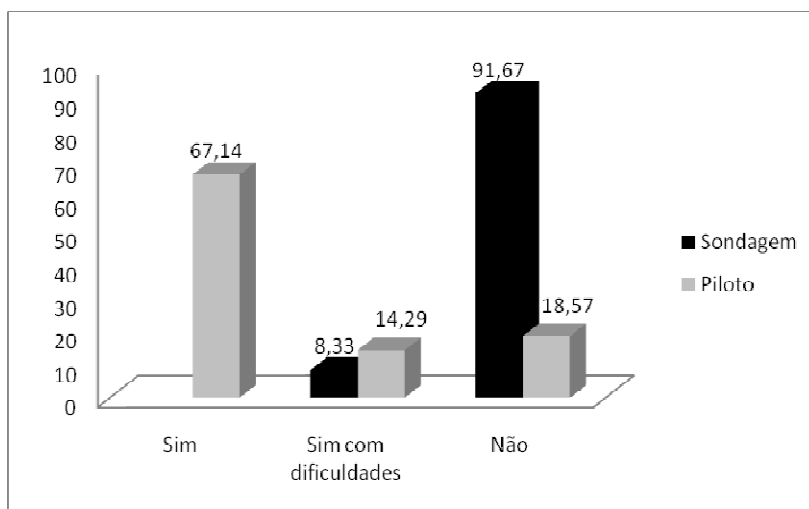


Gráfico 6: **Dados referentes ao elemento planificação - Fase Piloto.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A subcategoria planificação envolve a previsão de etapas, especificadas pela escolha de estratégias em relação ao objetivo da atividade. O gráfico comparativo aponta uma significativa evolução desse elemento metacognitivo da fase de sondagem para o teste piloto, visto que na ficha de observação da primeira fase não houve registro para a alternativa *sim*, ao passo que na segunda fase o percentual foi de 67,14% para essa mesma alternativa. Disso se pode inferir que, quando

este elemento não está explicitado, há o risco de não ser considerado pelos estudantes.

Tal situação é evidenciada na análise por itens, pois no item 11 da ficha da fase de sondagem, ao investigar se os estudantes planejam como executar a atividade experimental proposta, a alternativa *sim* não foi assinalada, ao passo que na ficha do teste piloto, item 10, a alternativa obteve registro positivo para 26 (35) estudantes. Isso revela a necessidade de que tal elemento seja explicitado pelo professor para que os estudantes possam utilizá-lo. Significa provocá-los para o planejamento de suas ações, superando a visão tradicional, na qual o procedimento vem pronto de forma sequencial, deixando pouca liberdade de pensamento e ação.

b) Monitoração

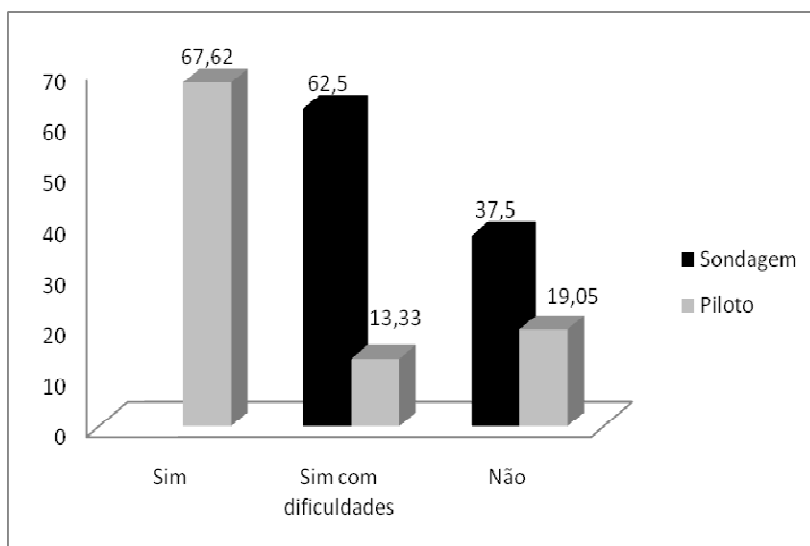


Gráfico 7: **Dados referentes ao elemento monitoração - Fase Piloto.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A subcategoria monitoração refere-se ao controle da ação em execução, à sua revisão diante do objetivo pretendido, estando vinculada ao conhecimento específico ou a questões de operacionalização da atividade experimental.

O gráfico mostra que, a exemplo da anterior, não há registro para a alternativa *sim* na fase de sondagem, evidenciando que os

estudantes costumam seguir o “receituário” previsto pelo professor a fim de chegar ao resultado final. Entretanto, mostram-se propensos a acompanhar o desenvolvimento das atividades, já que a alternativa intermediária, referente ao *sim com dificuldades*, foi assinalada com 62,50%, embora demonstre faltar algo para que isso seja concretizado. Certamente, o que faltava é a explicitação na proposta de atividade, pois, quando assim se procedeu, o índice da alternativa *sim* eleva-se de zero para 67,62% (teste piloto).

Considerando o comparativo por item investigado, percebe-se que na ficha de observação da fase de sondagem, item 13, ao investigar se os estudantes retomam constantemente o objetivo a ser alcançado durante o desenvolvimento da atividade experimental, a alternativa *sim* não foi assinalada por nenhum estudante; já no item 15, similar na ficha do teste piloto, a mesma alternativa obteve 13 (35) registros. Estendendo essa análise para alternativa intermediária (*sim com dificuldades*), percebe-se que 12 (16) estudantes obtiveram registro na primeira fase (item 13) e 6 (35) na segunda (item 15). Contudo, esperava-se uma migração da alternativa intermediária para a *sim*, o que não ocorreu. A alternativa *não* foi registrada mais vezes na segunda ficha do que na primeira, mostrando que houve estudantes que passaram a não monitorar suas ações durante atividade experimental mesmo diante do novo modelo.

Várias são as razões que podem justificar a situação explicitada, porém uma merece ser avaliada, pois se relaciona à necessidade de que, na fase de viabilidade, o elemento monitoração precisa ser enfatizado de forma mais explícita. Essa não é uma tarefa fácil, mas complexa, haja vista que dificilmente os estudantes interrompem suas atividades para refletir sobre o que estão fazendo e retomar o objetivo, conforme será exposto posteriormente.

c) Avaliação

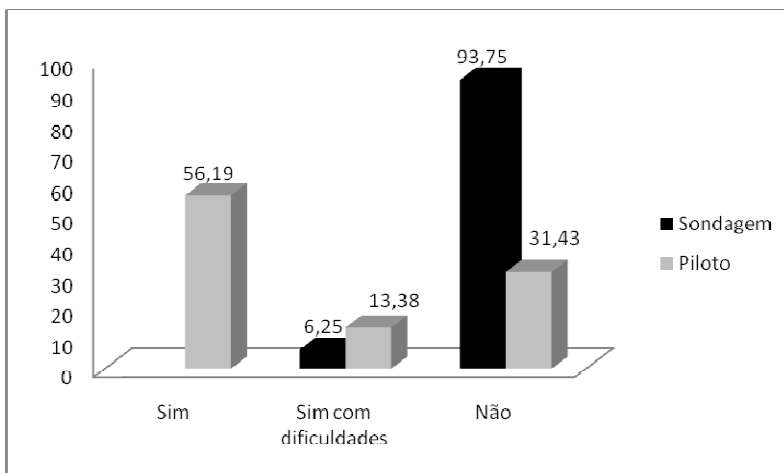


Gráfico 8: **Dados referentes ao elemento avaliação - Fase Piloto.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A subcategoria avaliação identifica-se com os resultados obtidos diante do fim visado, mostrando-se o momento de reflexão sobre o conhecimento envolvido e a operação executada na atividade experimental. Salienta-se que a avaliação merece destaque especial, uma vez que representa o momento final da atividade experimental e corresponde ao confronto entre as hipóteses iniciais e os resultados de âmbito cognitivo efetivamente obtidos com a realização dessa atividade. Normalmente, se o professor não conduz esse processo, os estudantes acabam se limitando a relatar os resultados, sem confrontá-los com os objetivos do estudo. O gráfico mostra a situação relatada, pois na ficha de sondagem não houve marcação na alternativa *sim*, com concentração de modo significativo na alternativa *não*, com 93,75% das respostas.

Diante do modelo de AEMc, a situação sofre alteração, registrando-se um percentual de 56,19% para a alternativa *sim* e 31,43% para a alternativa *não*. Logo, confirma-se a necessidade de explicitar o elemento avaliação na atividade e de não deixá-lo a cargo dos estudantes, como se eles procedessem a isso de forma automática.

É possível perceber essa situação observando os valores obtidos no item 15 da fichas de sondagem e 18 do teste piloto. Nesses itens avalia-se se os estudantes, ao concluir a atividade, identificam possíveis desvios nos dados coletados. Na fase de sondagem, 100% dos

estudantes demonstraram que não o fazem, ao passo que, no teste piloto, 24 (35) retomaram essa questão (alternativa *sim*). Outro exemplo, menos operacional da atividade experimental e mais próximo dos conhecimentos envolvidos, igualmente retrata diferenças significativas entre as fases. Por exemplo, o item 16 da ficha de sondagem e o 19 da ficha piloto questionam se, ao final da atividade, os estudantes retomam o objetivo da aula, confrontando-os com os resultados encontrados. Na primeira ficha não houve registro para o *sim*, ao passo que na segunda esta alternativa foi assinalada para 18 (35) estudantes.

Mesmo diante do significativo avanço no quesito avaliação no novo modelo, percebe-se a necessidade de intervir mais no processo, destinando um espaço maior às discussões, a fim de que as manifestações metacognitivas dos estudantes possam ser mais consistentes, bem como suas discussões ao final da atividade.

O exposto, conjuntamente com os outros aspectos decorrentes das observações realizadas durante o teste piloto, principalmente em termos do roteiro-guia, constitui-se em alteração necessária à fase de viabilidade e será abordado na continuidade.

4.5 Avaliação do teste piloto

O objetivo de incluir um teste piloto neste estudo é que será este que, num primeiro momento, apontará os aspectos limitantes da proposta em estudo, remetendo a reformulações e ajustes antes do estudo final. Em outras palavras, o teste piloto, ao preceder o estudo final, fornece indícios sobre os cuidados e as alterações necessárias à fase de viabilidade. Nesse sentido, centrou-se olhar na exequibilidade do roteiro-guia e na ficha de observação, sem, contudo, se descuidar da análise da viabilidade do modelo proposto em termos de aceitação e de desempenho dos estudantes.

Os aspectos revelados pelo teste piloto como merecedores de ajustes podem ser divididos em dois campos: roteiro-guia e ficha de observação.

4.5.1 Roteiro-guia

O roteiro-guia avaliado pela pesquisadora durante a execução da atividade experimental apontou as seguintes fragilidades:

a) A localização no roteiro-guia do objetivo da atividade ficou distante das discussões iniciais envolvendo o conteúdo a ser estudado e a descrição dos equipamentos a serem utilizados. Na operacionalização da atividade experimental percebeu-se que os objetivos precisam estar mais próximos das discussões e antes da descrição das hipóteses. Considera-se isso um equívoco na elaboração do roteiro-guia, já que no modelo de AEMc a proposta era apresentar o objetivo antes das hipóteses.

b) A pré-teoria na forma de questionamentos sobre os conteúdos apresentou-se como limitante em termos de exploração de discussões mais proveitosas sobre o conhecimento envolvido, restringindo os conhecimentos às respostas das perguntas. Acredita-se que uma pré-teoria de modo contextualizado, livre da obrigatoriedade de respostas diretas, poderá ampliar as discussões e contribuir para que o estudante se sinta mais próximo do objeto de estudo. Nesse sentido, aponta-se a possibilidade de iniciar as discussões teóricas por imagens como forma de chamar a atenção para o conhecimento em estudo.

c) A forma como foi proposta a conclusão da atividade experimental, na qual não se instigou de modo escrito que os estudantes construíssem uma explicação para o realizado, tornou imperiosa a alteração. No roteiro-guia os estudantes apresentaram suas conclusões de modo muito semelhante ao realizado quando da utilização do modelo tradicional (sondagem), evidenciando a necessidade de ampliação, conforme havia sido apontado na construção da AEMc. Acredita-se que a forma como foi estruturada essa conclusão não favoreceu a que os estudantes procedessem a uma avaliação mais significativa sobre o realizado diante do objetivo da atividade experimental, mesmo que esta tenha sido assinalada como positiva pelos observadores nas fichas de avaliação.

d) O tempo de cinquenta minutos destinado à realização da atividade experimental diante da extensão do roteiro-guia foi outro problema que precisa ser alterado para a próxima fase. A atividade planejada exigiu um tempo maior que o destinado à aula, acarretando a que alguns grupos não conseguissem se organizar para a conclusão da atividade. Esta pode ter sido uma das razões pelas quais a conclusão se mostrou incipiente para proporcionar maiores discussões.

e) A linguagem “fria”, formal, utilizada no roteiro-guia ficou muito próxima da utilizada nos roteiros tradicionais, pouco contribuindo para proporcionar momentos de diálogo e evocação do pensamento metacognitivo. Julga-se que, num processo que busca levar os estudantes a pensar sobre o que estão fazendo, uma linguagem mais “leve”, com expressões de seu repertório, possa contribuir para ativar seus pensamentos e constituir-se em uma ferramenta importante num processo didático metacognitivo. Contudo, não se pode perder de vista o aspecto científico, não extrapolando para termos e expressões que possam desvirtuar os objetivos educacionais.

f) Os Questionamentos Metacognitivos (QM), na forma como apresentados, contendo espaços para respostas escritas, levaram a que os estudantes se sentissem presos à formulação de respostas mais completas para cada questão, reduzindo a possibilidade da espontaneidade das colocações. A necessidade de respostas escritas inibe o diálogo e dirige o pensamento para o que será escrito, tomando tempo e quebrando a sua sequência. Novamente, isso não pode ser entendido como uma defesa de um roteiro-guia que não leve os estudantes a formular respostas escritas; ao contrário, prima-se por elas. Entretanto, e especificamente com relação aos QM, julgou-se que esse aspecto atuou como um limitador do pensamento.

g) Ainda com relação aos QM, julga-se que merecem um destaque especial no roteiro-guia proposto, atuando como algo enfático e de importância significativa na atividade experimental, conforme inferido no modelo de AEMc. A avaliação realizada no roteiro-guia mostrou que a sua apresentação não foi condizente com o proposto na construção do modelo de AEMc, apontando a necessidade de alteração para a próxima fase.

h) A distribuição espacial do roteiro-guia necessita ser redimensionada, pois revelou que os espaços deixados para as respostas foram extensos em alguns casos e insuficientes em outros.

4.5.2 Ficha de observação

Ao término do teste piloto, os observadores apontaram alguns aspectos como limitantes da ficha de observação, sobretudo com referência a sua operacionalização, os quais deveriam ser revistos para a próxima etapa, conforme segue especificado:

a) necessidade de acrescentar uma opção na escala de registro da evocação do pensamento metacognitivo, referindo-se à situação em que não é possível observar se o estudante manifesta ou não este tipo de pensamento;

b) importância de um treinamento na forma de simulação de uma atividade experimental para discutir situações que, por vezes, poderiam levar a diferentes interpretações e atribuições de valores na escala da ficha de observação, decorrente de diferentes entendimentos de cada observador;

c) necessidade de retomar os itens da ficha tornando-os mais especificados em termos metacognitivos para evitar confusões com os cognitivos.

Em suma, as questões relatadas como decorrentes da análise final do teste piloto mostram que o modelo didático-metodológica de abordagem metacognitiva é promissor, carecendo de pequenos ajustes para o estudo final desta tese.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE E PERSPECTIVAS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS METACOGNITIVAS

5.1 Introdução

Este capítulo se destina a apresentar o estudo de viabilidade do modelo de AEMc, envolvendo a descrição das alterações no roteiro-guia e na ficha de observação, decorrentes das necessidades apontadas ao final do teste piloto. Além disso, no capítulo é caracterizada a nova amostra investigada, são descritas e comentadas as três atividades experimentais realizadas, bem como apresentados e analisados os dados coletados pelos observadores.

Ao final, consta a seção denominada “Revisitando a escola”, que, conforme o nome sugere, representa o retorno à escola cinco meses após a realização das três AEMc. O objetivo desta nova ida à escola está em verificar a “durabilidade” dos conhecimentos abordados nas AEMc, permitindo inferir indícios de ganhos cognitivos com o modelo proposto.

5.2 Roteiros-guia

A avaliação do teste piloto apontou a necessidade de reestruturação dos roteiros-guia, levando a que novos fossem propostos. Nesse sentido, originou-se um novo modelo de organização, escrita e *design*, o qual foi utilizado nas três atividades experimentais da fase de viabilidade (APÊNDICE I). Na continuidade especificam-se as modificações efetuadas nos roteiros-guia por meio de exemplos. Para especificar a atividade a que os exemplos se referem utilizam-se as seguintes abreviaturas: AEMc 01 para a primeira atividade experimental; AEMc 02 para a segunda atividade experimental e AEMc 03 quando se refere à terceira atividade experimental.

Inicia-se a discussão referente às alterações pela linguagem presente na nova estrutura de roteiro-guia. A linguagem sofreu modificações de forma a se utilizarem expressões mais próximas dos estudantes, afastando-se, em certa medida, das expressões habitualmente

empregadas nesses roteiros, tais como “objetivo”, “procedimento”, “hipóteses” etc. Em alguns momentos julgou-se necessário fazer menção a esses termos, a fim de familiarizar os estudantes, gradativamente, com essa nomenclatura mais clássica e presente nos roteiros tradicionais, sem, no entanto, engessá-los a ela. Além disso, a linguagem voltada a um diálogo menos formal objetivava que os estudantes desenvolvessem a atividade de modo mais prazeroso, logrando benefícios para sua aprendizagem, conforme é exemplificado a seguir.

*2. Continuando a discussão sobre movimento, vamos desenvolver uma atividade experimental referente ao **movimento de uma bolha de ar dentro de um tubo contendo óleo**. (AEMc 01).*

2. Pensando na situação anterior, vamos discuti-la em termos do movimento da bolha de ar dentro do tubo de vidro. O que queremos (objetivo) é traçar dois gráficos: um representando a posição da bolha (S) em função do tempo de movimento (t) e outro representando a velocidade (v) desta bolha em função do tempo (t). (AEMc 02).

2. O que vamos fazer na aula de hoje é semelhante ao conversado anteriormente, simulando o movimento de um carro ao longo de uma estrada. Porém, de forma diferente que o apresentado para o Audi R8, no nosso estudo experimental partiremos da leitura das posições que ele ocupa de tempos em tempos para obter a velocidade em cada tempo considerado. O objetivo é estudar o comportamento dessa velocidade com o passar do tempo. (AEMc 03).

Os exemplos ilustram um discurso que busca ativar o pensamento do estudante recorrendo a um diálogo que o faça imergir no contexto estabelecido pela atividade. Além dessa aproximação, a linguagem neste novo roteiro-guia foi de diálogo com os estudantes durante a atividade, de maneira a questioná-los sobre as ações e o pensamento que deveriam orientá-los. Para tanto foram inseridos comandos para cada etapa a ser realizada, tais como: “Temos de pensar

como fazer antes de iniciar!"; "Calma!"; "Vamos iniciar"; "Conversando sobre os resultados" etc., que pretendiam alertá-los para o que teriam de fazer.

O discurso buscou demarcar claramente a função de mediador do professor, apontando por meio do uso da primeira pessoa do plural as ações que realiza juntamente com os estudantes. Por meio de comandos explicitados pelo modo imperativo do verbo, foi sendo delegada aos estudantes, em seus grupos, a execução da atividade experimental, como se ilustra a seguir:

6. Temos de pensar como fazer antes de iniciar! Prestem atenção nas questões abaixo, discutindo-as em seu grupo. (AEMc 01).

7. Primeiro PIT STOP! Para ver se entenderam tudo e depois realizar a atividade, reflitam sobre seus conhecimentos e os necessários para desenvolver a atividade; pensem e discutam oralmente entre vocês as questões apresentadas pelo nosso amigo Cérebro. (AEMc 01).

Comparativamente, pode-se afirmar que a diferença de linguagem entre o modelo tradicional e o proposto reside no fato de o primeiro não contar com comandos que especifiquem a atuação dos diferentes atores da atividade experimental, centrando-se exclusivamente na ação do estudante, ao passo que os novos envolvem dois momentos distintos: um que coloca o professor em interação/interlocução e outro que permite ao estudante (grupo) certa autonomia na condução do processo, a qual é buscada num processo ensino-aprendizagem metacognitivo.

Ainda, uma novidade apresentada pelo novo roteiro-guia consiste na utilização de imagens com vistas a resgatar os conhecimentos necessários à atividade na forma de pré-teoria contextualizada. A intenção foi tornar mais atrativa a etapa introdutória da aula, promovendo a imersão dos estudantes no tema proposto por meio de situações vivenciais. Essa nova alternativa precisou ser pensada para superar a limitação do teste piloto quanto à falta de diálogo no momento de apresentar os conhecimentos que seriam estudados, conforme já relatado. Entretanto, essas imagens igualmente se mostraram aquém do esperado em termos de envolver os estudantes

com a atividade, conforme será abordado quando da discussão dos resultados obtidos com as fichas de observação.

Outra diferença significativa entre os roteiros-guia ora comparados está no agrupamento das questões metacognitivas. A esse respeito, observou-se que a necessidade de preencher os espaços no roteiro-guia anterior limitava as possibilidades de diálogo entre os integrantes do grupo, já que se mostravam preocupados em respondê-los. No novo roteiro-guia o objetivo foi que os estudantes pudessem pensar mais sobre o experimento e menos na formalidade de respostas, sobretudo no que diz respeito aos momentos de evocação do pensamento metacognitivo. O retângulo em destaque acrescentado em torno dos questionamentos metacognitivos tinha o objetivo de chamar a atenção para o fato de que esse momento representava uma parada, sendo, inclusive, denominado de “*Pit stop*”, como alusão ao parar e pensar, como se exemplifica no quadro a seguir.

- ✓ *Qual o tema em estudo nesta aula? (Do que estamos falando?)*
- ✓ *Vocês entenderam a atividade e estão interessados em realizá-la?*
- ✓ *Sentem-se seguros para iniciar ou é preciso rever algum conhecimento (conceito, fórmula, etc.), ou o procedimento, ou mesmo chamar a professora para algum esclarecimento?*
- ✓ *Lembram-se da atividade realizada na aula anterior?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais de que irão precisar estão disponíveis ao grupo?*
- ✓ *Há um planejamento sobre como desenvolver a atividade? (Quem vai fazer o quê, por onde começar, como registrar os resultados, etc.)*



Quadro 12: Exemplo de questionamento metacognitivo presente nos roteiros-guia.

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Esse novo ambiente gráfico estabelecido para os três questionamentos metacognitivos pretendia ser provocador e espirituoso, além de estar vinculado ao pensamento sobre os conhecimentos dos estudantes e sobre suas ações em desenvolvimento. Nesse sentido, introduziu-se um mascote para dialogar com eles, escolhendo-se um personagem conhecido por sua personalidade forte e decidida na busca por alcançar seus objetivos. O mascote, propositalmente chamado de Cérebro, é oriundo do desenho animado *Pinky e o Cérebro*¹⁸ e no

¹⁸ *Pinky and the Brain* é um desenho americano criado por Steven Spielberg que retrata dois ratos de laboratório geneticamente modificados e que querem dominar o mundo.

roteiro-guia representou o próprio pensamento do estudante, dialogando consigo mesmo.

Ainda por conta do ambiente gráfico, destaca-se que trazia a novidade do colorido, com o objetivo de tornar os roteiros-guia mais atrativos, proporcionando que os estudantes sentissem prazer em ler e responder aos itens apresentados.

Para finalizar o relato das alterações, menciona-se o processo estabelecido para a condução da etapa de conclusão da atividade experimental. A sua finalização, diferentemente do modelo anterior, foi conduzida por passos, de maneira a proporcionar uma revisão e avaliação no processo executado, confrontando-o com o objetivo pretendido. Antes de propor o último Questionamento Metacognitivo acrescentou-se o “Conversando sobre os resultados” como forma de estabelecer um diálogo entre os estudantes e a atividade experimental, oferecendo-lhes condições para avaliarem e entenderem o executado. Ao final, a possibilidade de escolher um título para a atividade atuou como um “pensar no que foi realizado”, resultando na possibilidade de evocação metacognitiva, conforme será explicitado posteriormente.

5.3 Ficha de observação

Para a coleta dos dados contou-se com quatro observadores, estudantes do curso de graduação em Física da Universidade de Passo Fundo, devidamente treinados pela pesquisadora para proceder ao preenchimento da ficha de observação nos grupos de trabalho. Ao final do teste piloto, os observadores apontaram possibilidades de alterações na ficha utilizada durante as observações. Tais apontamentos, conforme exposto, centraram-se em três aspectos: estabelecer uma quarta coluna na ficha de observação para o caso de não ser possível verificar se houvera ou não manifestações metacognitivas do estudante observado diante do item em análise; necessidade de realizar um treinamento (simulação) como forma de discutir possíveis distorções de interpretações na coleta dos dados; ajustes de forma a especificar que os itens da ficha de observação se relacionavam a manifestações metacognitivas.

Diante da reivindicação dos observadores para a não possibilidade de verificar se os estudantes manifestam ou não comportamentos associada ao pensamento metacognitivo, optou-se por convencionar que a inexistência de registro seria entendida com tal.

Desse modo, eliminou-se a possibilidade de haver uma quarta coluna na ficha de observação, fato fortalecido quando do treinamento dos observadores.

O treinamento buscou orientá-los sobre como e o quê observar, enfatizando os comportamentos que indicam possibilidade de ser de natureza metacognitiva. O objetivo era amenizar as limitações desta ferramenta e, também, instrumentalizar os novos observadores. O treino ocorreu em duas situações: a primeira, pela explanação da pesquisadora sobre os objetivos da pesquisa, os referenciais teóricos deste estudo, a apresentação da ficha de observação e a discussão de uma tabela que relaciona as ações dos estudantes com os itens da ficha de observação (Quadro 13); a segunda ocorreu pela realização de uma atividade experimental de forma a simular a ação dos estudantes e as possíveis manifestações a serem identificadas como metacognitivas.

Em uma situação de laboratório foi simulado o papel de um estudante de Ensino Médio realizando uma atividade experimental. Ao longo da simulação a pesquisadora representou as possíveis ações dos estudantes e, paralelamente, comentou com os observadores o que deveria ser observado e que seria indicativo de metacognitivo. Em outro momento foi simplesmente realizado a atividade experimental e, posteriormente, perguntado aos observadores qual fora a interpretação dada por eles individualmente, buscando discutir possíveis diferenças de registro entre eles¹⁹. Assim agindo, pretendia-se que ao término todos tivessem adotado parâmetros próximos e equitativos. Destaca-se que para esta simulação se utilizou o roteiro-guia da primeira atividade experimental (AEMc 01) que integra a fase de viabilidade. (APÊNDICE I).

Por conta da reestruturação da ficha de observação, procedeu-se às seguintes modificações: primeiro, alteração na linguagem dos itens, tornando-os mais explícitos em termos metacognitivos; segundo, alteração em três itens da ficha em decorrência da observação da pesquisadora de que alguns eram redundantes e outros se mostravam deficitários.

A seguir apresenta-se o Quadro 13, que mostra como a nova ficha ficou configurada com as adaptações realizadas para esta nova fase. Salienta-se que a organização do quadro segue o descrito na fase

¹⁹ Neste momento foi solicitado que cada um dos quatro observadores procedesse aos seus registros sem olhar os dos demais, possibilitando que, ao compará-los, se pudesse avaliar visualmente se havia diferenças entre as marcações. Nesse sentido, pode-se dizer que tais diferenças foram muito pequenas, tornando-se irrelevante suas apresentações.

de sondagem e do teste piloto, no qual a primeira coluna apresenta o elemento metacognitivo investigado; a segunda, as ações dos estudantes; a terceira, a manifestação metacognitiva associada a ação, e, por fim, como essas manifestações são consideradas como itens da ficha de observação (item efetivamente alterado nesse novo quadro).

	Possíveis ações dos estudantes	Indicativos de manifestação metacognitiva	Item na ficha de observação
Pessoa	Lê para si ou com os colegas o objetivo. Presta atenção enquanto o professor expõe o objetivo. Expõe palavras ou expressões que possam ser interpretadas como de interesse pelo que será feito. Discute com seus colegas ou busca no seu material os conhecimentos considerados pré-requisitos.	Relaciona o conteúdo com conhecimentos anteriores. Organiza suas ações em função de características pessoais e de seus colegas. Avalia/retoma seus conhecimentos identificando aspectos merecedores de melhoria. Contempla a diversidade de opiniões sobre as hipóteses de trabalho e as avalia juntamente com seus colegas. Apresenta interesse pelo conhecimento e pela tarefa envolvida na atividade experimental.	1. Reconhece o conteúdo ou parte dele com relação a aprendizagens anteriores. 2. Apresenta consciência do objetivo a ser atingido e de que conhecimento precisa para respondê-lo. 3. Encontra-se motivado para realizar a atividade, fazendo inferências sobre os conhecimentos em estudo e o modo de realizar a atividade. 4. Participa da formulação de hipóteses, retomando seus conhecimentos e confrontando-os com as colocações de seus colegas. 5. Avalia seus conhecimentos em função dos necessários para realizar a atividade.
Tarefa	Questiona ou discute com o professor ou colegas do grupo sobre o tipo de atividade a ser realizada ou mesmo sobre o procedimento apresentado.	Relaciona características da atividade a ser realizada e estabelece comparações com outras já desenvolvidas. Reconhece suas ações diante das envolvidas na atividade.	6. Reconhece suas características pessoais diante às necessárias para a atividade. 7. Estabelece comparações entre ações envolvidas na atividade e outras já realizadas.
Estratégia	Aborda no grupo possíveis alternativas de desenvolvimento.	Reconhece-se frente ao caminho que deverá ser seguido para atingir o objetivo. Examina o seu método de executar a atividade experimental. Estabelece comparações entre ações já executadas em outras atividades e as necessárias a esta.	8. Discute com seus colegas a estratégia para realizar a atividade estabelecendo comparações com outras já efetuadas ou mesmo com as que seus colegas sugerem. 9. Avalia a estratégia com seus conhecimentos e de seus colegas, ou, mesmo as avalia em termos dos equipamentos e materiais disponíveis.

	Possíveis ações dos estudantes	Indicativos de manifestação metacognitiva	Item na ficha de observação
Planificação	<p>Discute com os colegas do grupo as atribuições de cada um frente à identificação das habilidades pessoais.</p> <p>Organiza ou participa da organização do grupo para a execução.</p>	<p>Organiza suas ações ou participa da organização do grupo, levando em consideração seus conhecimentos, os necessários para a atividade, as características de seus companheiros, o tipo de tarefa e a estratégia a ser realizada.</p> <p>Planeja a ação e a distribuição das atividades, verificando o que dispõe e o que será necessário para atingir o objetivo.</p> <p>Apresenta clareza de entendimento da atividade, de como fazê-la e do que será preciso.</p>	<p>10. Planeja as ações tendo como referência seus conhecimentos, a tarefa envolvida e a estratégia a ser utilizada.</p> <p>11. Leva em consideração na organização da atividade as características pessoais e de conhecimento de seus colegas de grupo.</p> <p>12. Tem clareza de por onde começar a atividade e do caminho a ser trilhado para chegar ao objetivo da atividade.</p>
Monitoração	<p>Expõe constantemente para si ou para o grupo o fim a ser alcançado.</p> <p>Cuida para manter as atenções do grupo centradas no objetivo cognitivo.</p> <p>Avalia periodicamente os equipamentos e materiais disponíveis em relação aos necessários</p>	<p>Executa a atividade retomando o objetivo e o planejamento, verificando se há equívocos de conhecimentos ou mesmo desvios operacionais.</p> <p>Reconhece a etapa de execução da atividade como parte fundamental dela e que necessita ser efetuada com cuidados.</p> <p>Retoma estratégias a fim de verificar sua pertinência em relação à execução da atividade experimental.</p> <p>Controla ativamente sua ação e os conhecimentos envolvidos.</p> <p>Procede à organização dos dados coletados tendo em mente o que precisará para os resultados finais da atividade.</p>	<p>13. Confronta a ação em execução e o objetivo pretendido.</p> <p>14. Avalia se os materiais e equipamentos estão de acordo com o planejado.</p> <p>15. Realiza questionamentos para o grupo se tudo está de acordo com o previsto ou se há problemas não previstos inicialmente.</p> <p>16. Participa das decisões do grupo questionando o que está sendo realizado, de forma a revisar as ações executadas, valorizando esta etapa da atividade experimental.</p> <p>17. Sistematiza os dados coletados tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental.</p>

	Possíveis ações dos estudantes	Indicativos de manifestação metacognitiva	Item na ficha de observação
Avaliação	<p>Confronta o resultado encontrado com o objetivo cognitivo.</p> <p>Discute com os colegas se houve desvios na coleta dos dados e em que momento ocorreram.</p> <p>Analisa o resultado diante dos obtidos pelos outros grupos ou mesmo diante de seus conhecimentos.</p>	<p>Confronta o resultado encontrado com as hipóteses estabelecidas e o objetivo do estudo.</p> <p>Avalia o resultado de modo a identificar possíveis falhas no processo, o momento em que elas ocorrem e a natureza destas falhas.</p> <p>Retoma o realizado quando necessário a fim de refletir sobre o modo como foi feito.</p> <p>Adquire consciência sobre a importância de adotar uma atitude crítica com relação aos resultados adquiridos.</p> <p>Tem clareza do conhecimento adquirido com a atividade experimental realizada.</p>	<p>18. Retoma o resultado encontrado, identificando o modo executado e se este permitiu atingir o objetivo e verificar as hipóteses inferidas no início do estudo.</p> <p>19. Avalia o resultado em termos de possíveis equívocos ou distorções de conhecimento ou operacionais na execução da atividade experimental.</p> <p>20. Apresenta clareza do conhecimento adquirido com a realização da atividade experimental e dos meios que o levaram a chegar a este conhecimento.</p>

Quadro 13: **Relação entre as ações dos estudantes e os elementos metacognitivos - Fase de viabilidade.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O quadro a seguir mostra como a ficha de observação ficou configurada. Nesta a escala de registro seguiu a mesma da ficha da fase anterior, com “S” representando “sim”, “D” representando “sim com dificuldades” e “N” representando “não”. Porém, agora era acrescido da possibilidade de “Caso não seja possível visualizar o comportamento do estudante investigado ou esse não se enquadra com as alternativas apresentadas, deixe-a sem assinalar”. As indicações E1, E2, E3 e E4 representavam os estudantes do grupo de trabalho.

	E1			E2			E3			E4		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
15. Realiza questionamentos para o grupo se tudo está de acordo com o previsto ou se há problemas não previstos inicialmente.												
16. Participa das decisões do grupo questionando o que está sendo realizado, de forma a revisar as ações executadas, valorizando esta etapa da atividade experimental.												
17. Sistematiza os dados coletados tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental.												
18. Retoma o resultado encontrado, identificando o modo executado e se este permitiu atingir o objetivo e verificar as hipóteses inferidas no início do estudo.												
19. Avalia o resultado em termos de possíveis equívocos ou distorções de conhecimento ou operacionais na execução da atividade experimental.												
20. Apresenta clareza do conhecimento adquirido com a realização da atividade experimental e dos meios que o levaram a chegar a este conhecimento.												

Quadro 14: Ficha de observação - Fase de viabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A exemplo das fases anteriores, os registros indicam o grau da manifestação do pensamento metacognitivo, com cada estudante (E1, E2, E3 e E4) recebendo os devidos registros na ficha de observação, preenchida por observador posicionado no grupo de trabalho, conforme já relatado.

5.4 Caracterização da amostra

A amostra desta fase constituiu-se por doze estudantes na faixa etária entre 14 e 16 anos, sendo cinco do sexo masculino e sete do sexo feminino, pertencentes ao primeiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual do município de Passo Fundo/RS.²⁰

²⁰ A mudança de escola da fase piloto para a de viabilidade decorreu do fato da primeira destinar apenas um período de cinquenta minutos para desenvolver as atividades

A escola, localizada no centro do município, é frequentada por estudantes oriundos, em sua maioria, de classe média baixa, com significativo percentual de reprovação e evasão durante o ano. De regime semestral, a instituição destina à disciplina de Física dois períodos semanais, voltando-se o conteúdo programático do primeiro ano ao estudo de Mecânica. Nesse contexto, para o primeiro semestre, segundo consta do plano anual da professora titular da turma, estava previsto o estudo dos conceitos de movimento, repouso, trajetória e deslocamento; as grandezas físicas velocidade e aceleração; os movimentos retilíneos de velocidade e aceleração constante; a queda livre e o movimento circular uniforme.

Na instituição as atividades experimentais são desenvolvidas em turno inverso, sendo considerada uma atividade extracurricular, para a qual os estudantes são convidados a participar, não tendo, portanto, a obrigatoriedade de se fazerem presentes. Trata-se de atividades desenvolvidas por interesse da professora como complemento às aulas, identificadas com sua concepção pedagógica e epistemológica, não como uma imposição da escola. A professora busca contemplar algumas de suas turmas, pois se torna inviável fazê-lo com todas. Assim, algumas realizam atividades experimentais no primeiro semestre e outras, no segundo semestre.

A partir dessa identificação e do conhecimento de quais turmas seriam contempladas com as atividades extracurriculares, procedeu-se de forma aleatória à escolha da turma que participaria da pesquisa. Selecionou-se uma turma com trinta e cinco estudantes, sendo dezesseis do sexo masculino e dezenove do sexo feminino. Dentre as características do grupo, além das já mencionadas, encontra-se o baixo rendimento, segundo relato da professora, que destaca as dificuldades nos conteúdos matemáticos.

Por serem voluntários os estudantes que participam das atividades extracurriculares, o número de participantes reduz-se de forma significativa, de modo que nos três encontros da pesquisa estavam presentes: na primeira atividade treze estudantes; na segunda atividade doze estudantes; na terceira atividade quinze estudantes. Salienta-se que doze desses estudantes participaram das três atividades, motivo pelo qual são considerados os sujeitos da pesquisa, conforme apresentado no início desta seção.

experimentais, o que se mostrou insuficiente para a realização da pesquisa. Assim, buscou-se uma escola que permitisse um tempo maior para a realização das atividades experimentais, conforme se detalha ao longo do capítulo.

Quanto ao encaminhamento para a realização das atividades experimentais constituintes desta pesquisa, salienta-se que houve um momento inicial de apresentação da pesquisa aos estudantes. Nesse sentido, eles foram convidados a participar sem terem sofrido qualquer influência em sua tomada de decisão. Após os esclarecimentos relativos ao objetivo do estudo, ao modo como os encontros seriam realizados e à forma como os dados seriam coletados – com observadores externos posicionados nos grupos –, procedeu-se à assinatura do Termo de Consentimento, cujo modelo consta do Apêndice A. Nesse documento se enfatizou a questão do anonimato e do sigilo, a fim de preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa.

5.5 Prática da AEMc

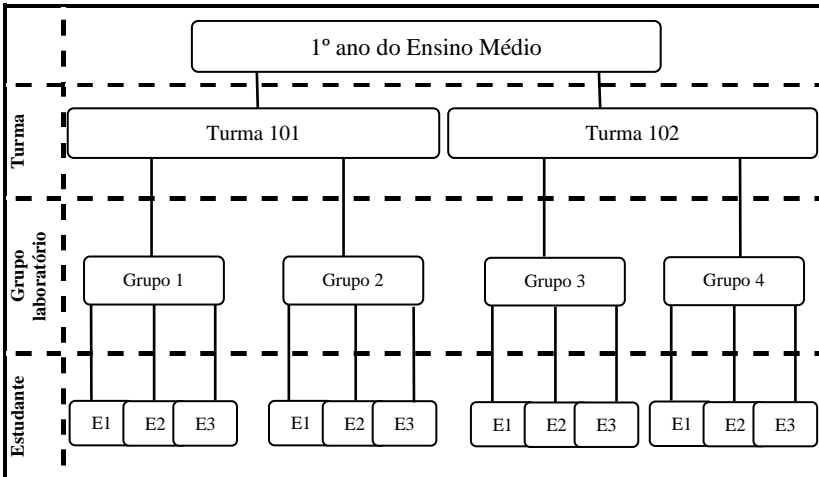
Com a assinatura do termo de compromisso e a apresentação da proposta aos estudantes, iniciou-se o processo de organização das três AEMc propostas para o estudo. Para tanto, em reunião com a professora da turma, planejaram-se os conteúdos a serem abordados nos três encontros, os quais ficaram assim definidos:

- AEMc 01: Estudo do movimento retilíneo de velocidade constante.
- AEMc 02: Construção dos gráficos do MRU.
- AEMc 03: Estudo da equação da velocidade em um movimento retilíneo de aceleração constante.

Para a realização dessas atividades experimentais selecionou-se a primeira proposição do modelo de AEMc apresentada ao final do capítulo 3. A opção por esta proposição decorreu, a exemplo do estudo piloto, do fato de ser esta a primeira atividade de orientação metacognitiva realizada pelos estudantes, levando a que essa forma de pensamento, diferente da habitualmente utilizada por eles, fosse inserida de forma lenta e gradual. Além da novidade da explicitação de momentos para evocação do pensamento metacognitivo, a realização de atividades experimentais igualmente representava uma novidade, pois o grupo de estudantes ainda não havia realizado nenhuma atividade dessa natureza.

Cada AEMc foi acompanhada de um roteiro-guia (APÊNDICE I), elaborado especialmente para esses encontros. A execução da aula nos encontros ficou por conta da pesquisadora, que, no momento,

desempenhou a função de professora deste grupo de estudantes. Em cada encontro os estudantes foram organizados em pequenos grupos de trabalho, assim permanecendo nas três atividades experimentais²¹. O quadro a seguir ilustra a distribuição dos estudantes nos encontros:



Quadro 15: **Distribuição dos estudantes nas atividades experimentais – Fase de viabilidade.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O quadro evidencia a presença de quatro grupos, cada qual com três estudantes, nos quais se encontravam posicionados os observadores (um por grupo), situação que se repetiu nos três encontros.

Com o objetivo de discutir o modo como se desenvolveram os encontros, procede-se na continuidade a um relato descritivo das atividades experimentais realizadas, tomando por referência as observações da pesquisadora. Para tanto, adota-se como fio condutor a sequência proposta pelo modelo de AEMc e matriz dos roteiros-guia, o que, igualmente, condiz com a sequência do desenvolvimento da atividade experimental, procedendo-se às inferências teóricas inerentes às ações.

Com a organização dos grupos iniciaram-se as atividades experimentais com a distribuição do roteiro-guia nos grupos de trabalhos e procedeu-se à apresentação do tema de estudo da aula. Essa

²¹ Conforme mencionado, o número de estudantes variou de um encontro para outro, sendo tal distribuição condizente com os doze estudantes que participaram dos três encontros.

explicação na forma de pré-teoria, conforme apresentado no terceiro capítulo, tem por objetivo aproximar o estudante do objeto de estudo, atuando como orientador, instigando-o a buscar seus conhecimentos em relação ao conteúdo a ser abordado. Em termos metacognitivos, a situação inicial exposta nos roteiros-guia, representada pelo movimento de uma esteira, voo do avião, movimento de um carro em uma estrada, teve como objetivo ativar no pensamento dos estudantes lembranças na forma de experiências metacognitivas que pudessem aproximá-los do estudo de modo a mantê-los atentos à aula. Trata-se de uma aproximação com o intuito de ativação e evocação do pensamento metacognitivo, proporcionando-lhes possibilidades de estabelecer as condições mentais ou psíquicas para a construção do novo conhecimento. Conforme exposto no primeiro capítulo, o uso de uma estratégia simples para manter o estudante atento às explicações do professor, por lhe ser instigadora, pode representar a porta para a construção do conhecimento e a compreensão do modo como esse conhecimento poderá ser estruturado em seu pensamento.

As discussões iniciais sobre o conhecimento representam uma estratégia cognitiva, e a metacognição poderá se juntar a ela, mostrando que ao mesmo tempo poderá se tornar uma estratégia também de ordem metacognitiva. A junção decorre da possibilidade de o professor orquestrar sua ação de modo a estimular no estudante a vontade de aprender, de encontrar solução para o problema apresentado, situação que o leva a ativar mecanismos de regulação que lhe mostrem diferentes possibilidades, entre as quais deve selecionar a mais adequada. Ao privilegiar a regulação reflexiva segundo uma orientação metacognitiva, as ações dos estudantes podem levar a condutas que se integram aos saberes específicos de Física, favorecendo as suas aprendizagens e a compreensão dos meios que os levaram a aprender.

Uma estratégia cognitiva pode ser ao mesmo tempo metacognitiva, conforme destacado por Flavell, Miller e Miller (1999). Ao buscar que o estudante identifique o conhecimento em estudo nas situações fora do contexto escolar normalmente vivenciadas por ele, está-se possibilitando que ele se aproxime desse conhecimento com objetivos cognitivos. Entretanto, ao identificar esse conhecimento, o estudante está recorrendo ao uso das estratégias metacognitivas de avaliação do que ele sabe sobre esse conhecimento, o que pode levá-lo a gerar experiências metacognitivas (sentimentos proporcionados pela lembrança desse contexto). De acordo com Flavell (1979), as experiências metacognitivas orientadas pelo conhecimento metacognitivo pertinente levam ao uso das estratégias metacognitivas,

que poderão, por sua vez, levar ao caminho para atingir o objetivo cognitivo.

Essa situação parece ter ficado evidente nas três atividades experimentais, pois a participação nesse momento inicial mostrou que os estudantes buscam gerar sentimentos em relação ao conhecimento, lembrando-se de situações conhecidas por eles e também do conhecimento físico envolvido. A participação oral dos estudantes, mais tímida na primeira e mais presente na terceira, evidenciou que algumas situações são mais instigadoras que outras e provocam experiências metacognitivas diferentes nos estudantes, o que, por certo, não pode ser avaliado, já que faz parte de seus pensamentos. Entretanto, suas expressões escritas, orais e/ou corporais demonstraram a possibilidade de tal evocação, permitindo inferir que a exposição inicial do conhecimento atua como possibilidade de evocação do pensamento metacognitivo e, como tal, deve se fazer presente e ser potencializada nas atividades experimentais.

Nesse sentido, a atividade experimental trouxe na continuidade a explicitação dos objetivos para que os estudantes pudessem estabelecer a relação entre os conhecimentos explicitados e o objetivo da atividade experimental. Ao apresentar esse objetivo, buscou-se essa aproximação situando os estudantes no contexto da atividade experimental a ser realizada, aproximando-se do elemento metacognitivo tarefa. Para isso, a pesquisadora salientou, neste e em outros momentos da atividade, qual era o objetivo da atividade, buscando manter os estudantes atentos à tarefa a ser executada. O intuito foi proporcionar-lhes momentos para que ativassem seus conhecimentos metacognitivos sobre a atividade experimental a ser realizada.

Em termos metacognitivos, manter-se atento ao objetivo cognitivo pretendido é a forma de estimular a compreensão dos meios que estão sendo ativados para respondê-lo. Para Flavell (1979) é imprescindível deixar claro o objetivo cognitivo para os estudantes, pois geram-se sentimentos positivos, uma representação desobstruída de algo, uma compreensão clara do que deverá ser seguido por eles. A intenção de estimular os estudantes para que se mantenham cientes do que irão fazer representa a possibilidade de manter suas regulações metacognitivas estimuladas, pois, ao saber o que se pretende fazer, eles se mantêm atentos à forma de fazer, aos passos a serem realizados e, igualmente, às possibilidades disso. A regulação das condutas cognitivas é uma forma de evocação metacognitiva, pelo menos, para alguns estudantes, pois, evidentemente, não se mostra favorável a todos, visto que precisarão de algo mais, como, por exemplo, conhecer a atividade a

ser feita, ou mesmo discutir os equipamentos a serem utilizados na atividade para, então, desencadear o processo de pensamento metacognitivo.

Na sequência, foram apresentados os equipamentos a serem utilizados, refinando ainda mais o olhar dos estudantes para os conhecimentos a serem discutidos. Logo após, procedeu-se às colocações sobre as hipóteses, momento em que suas inferências se mostraram limitantes, aumentando progressivamente da primeira para a terceira atividade experimental. A discussão de hipóteses representou a oportunidade primeira de exposição das ideias nessa proposição de AEMc, devendo ser compartilhada entre pesquisadora e estudantes. Tal situação induziu a que os estudantes, em seus grupos de trabalho, participassem da elaboração das hipóteses, contudo foi uma participação limitada. As razões para isso podem estar associadas à falta de proximidade dos estudantes com o desenvolvimento de atividades experimentais, ou à própria novidade de formular hipóteses, o que não é comum no ensino de Física. Mesmo assim, considera-se que esse momento foi rico e possibilitou a formulação de hipóteses, ainda que muitas não tenham sido expressas oralmente para o coletivo da turma. Tal suposição decorre da percepção do envolvimento dos estudantes nos grupos, os quais estabeleceram diálogos entre si.

Nesse processo chamou-se a atenção para a importância de que, durante a formulação das hipóteses, os estudantes discordassem da opinião dos colegas, caso necessário, mas que, ao fazerem-no, fundamentassem suas divergências. Evidentemente, dentro do modelo de AEMc proposta, o professor, depois de discutir com os estudantes, deveria inferir a hipótese a ser testada, como de fato ocorreu. A necessidade de fundamentar as divergências fomenta a busca por conhecimentos, ativando o pensamento e pondo em movimento toda a estrutura cognitiva, o que poderá resultar em momentos de compreensão do porquê se pensa de uma ou de outra forma, característico da metacognição.

A retomada dos conhecimentos promovida na continuidade da atividade tinha como objetivo cognitivo a recuperação dos conhecimentos específicos de Física e necessários à atividade em estudo, um recorte e direcionamento da pré-teoria inicial. Entretanto, recuperar conteúdos não pode se restringir a trazer à tona o que se sabe, mas, sim, deve ter o intuito de compreender o que se sabe e como se sabe, associado à evocação do pensamento metacognitivo. Com base nisso, buscou-se abordar os conteúdos necessários à atividade experimental em estudo, mesmo que já tivessem sido discutidos no

momento inicial da atividade, pois neste momento o foram de forma mais sistematizada.

Durante a tarefa perceberam-se as limitações dos estudantes em termos dos conteúdos necessários à atividade experimental. Por isso, trabalhou-se com eles não como uma retomada, mas, sim, como uma apresentação desses conhecimentos. Justifica-se esse procedimento em razão de que os estudantes que normalmente comparecem às atividades paralelas às aulas são os que demonstraram mais dificuldade; assim, foi preciso tomar bastante cuidado neste item, pois para alguns deles esse seria um momento rico de construção do conhecimento.

A retomada foi feita de modo a que se discutissem com os estudantes os conhecimentos relacionados à atividade experimental e se remetesse a questões trabalhadas na aula teórica, levando a que eles revitalizassem em suas memórias tais conhecimentos. Em termos de evocação do pensamento metacognitivo, esse momento pode ter ficado limitado para alguns estudantes, pois, quando não se tem o que recuperar, não há como compreender o que se conhece e como se conhece.

Essa retomada nos conhecimentos foi conjugada com a fase anterior à execução do procedimento da atividade, pois na sequência deste item estava o denominado “Temos de pensar antes de iniciar”, ou “Pensando como fazer antes de iniciar”, que apresentava uma sequência de passos que levariam os estudantes a pensar sobre suas ações antes de executá-las. Aqui, percebeu-se que eles, nitidamente, não estão acostumados a pensar sobre o que e como fazer, pois nas três atividades experimentais foi preciso que a pesquisadora chamasse a atenção para que respondessem às questões antes de realizar a atividade experimental. Neste item observou-se que muitos estudantes estavam iniciando um processo de identificação e de regulação sobre seus pensamentos, remetendo às respostas dadas às novas perguntas e originando reflexões e discussões que possibilitam a evocação do pensamento metacognitivo. Dentro dos elementos metacognitivos, esta etapa refere-se à identificação da estratégia a ser utilizada, bem como à planificação das ações.

Como forma de favorecer a evocação do pensamento metacognitivo para os estudantes que ainda não haviam atingido o nível pretendido, o próximo item do roteiro-guia infere a leitura nos grupos de trabalho do primeiro questionamento metacognitivo, denominado de “Primeiro *Pit stop*”. O objetivo é que, ao responder oralmente às perguntas formuladas, os estudantes possam ativar esse mecanismo metacognitivo de forma a fazer uso dele na aprendizagem.

Evidentemente, para aqueles que já fazem uso desse modo de pensar as questões acabam se sobrepondo, mas não alteram a sua conduta e poderão, inclusive, fornecer detalhes dos quais, por vezes, não haviam se dado conta.

Esse primeiro questionamento metacognitivo foi organizado como forma de os estudantes reverem questões relacionadas aos elementos pessoa, tarefa, estratégia e planejamento, que até aqui haviam sido explorados na AEMc. Tais elementos se encontram vinculados aos passos do roteiro-guia e apresentam-se como fundamentais para a execução do procedimento da atividade em estudo, passo seguinte na estrutura da AEMc. Assim, menciona-se que o momento de inserir esse questionamento não é escolhido ao acaso, mas, sim, dentro de uma programação na qual se julga essencial que os estudantes, ao realizarem o procedimento da atividade, tenham em mente a identificação do que sabem e como sabem sobre si, sobre seus colegas, sobre a atividade e sobre a estratégia a ser utilizada, assim como já tenham planejado o modo de execução, discutindo-o em seus grupos de trabalho.

As questões foram elaboradas com o intuito de instigar nos estudantes a evocação do pensamento metacognitivo, atuando como condições explícitas de evocação, cuja importância foi destacada por Chi et al. (1989) e já comentada. É o momento também em que se diferenciam as AEMc das demais, uma vez que inclui momentos explícitos para essa evocação, o que não se faz presente em atividades que não estejam orientadas para tal. Evidentemente, esse momento é dos estudantes e foi por eles respondido; apenas foi chamada a sua atenção para a importância desse momento na atividade em desenvolvimento, bem como para a não necessidade de responder por escrito, já que esse havia sido um dos aspectos apontados como possíveis de alteração ao final do teste piloto.

Ao concluir esse questionamento, iniciou-se o procedimento para a execução da atividade experimental, o qual foi devidamente orientado pela pesquisadora e realizado pelos estudantes em seus grupos de trabalho, representando oportunidade de diálogo sobre o conhecimento, procedimento, equipamentos e materiais disponíveis. Além disso, constituiu-se em momento de significativa importância no contexto da AEMc, repercutindo em estímulo à autonomia, à aprendizagem e à reflexão.

Na execução da atividade experimental percebeu-se haver um processo de troca, de compartilhamento e de ajuda mútua entre os estudantes. A interação social ocorrida mostrou-se favorável à

aprendizagem, percebendo-se a existência de um diálogo com vistas a atingir o objetivo.

Essa etapa representa a possibilidade de os estudantes utilizarem seus recursos cognitivos a fim de controlar e regular o desenvolvimento da ação pretendida. E mais, pode e deve, segundo a proposta deste estudo, representar momento de evocação do pensamento metacognitivo, sendo-lhes, para isso, possibilitado o Questionamento Metacognitivo II, o qual foi inteiramente elaborado com o intuito de explicitar a evocação do elemento monitoração.

Entretanto, esta etapa se mostrou complicada para os estudantes, que apresentaram dificuldades para estabelecer momentos de parada a fim de verificar se estavam ou não procedendo de forma adequada a atingir o objetivo do estudo. Percebeu-se nitidamente a intenção de agir sem reflexão, não voltando atrás para revisar o realizado. Em determinados momentos, especialmente na primeira atividade, houve a necessidade de ser chamada a atenção de forma coletiva e também nos grupos de trabalho, para que procedessem a essa revisão de suas ações.

Além da dificuldade de monitoramento das ações, houve dificuldade por parte dos estudantes para entender o que deveria ser realizado, mesmo em atividades de procedimentos simples, como os exigidos nas duas primeiras. Observaram-se dificuldades de compreensão principalmente em termos da operacionalização da atividade, levando a que os estudantes chamassem com relativa frequência a pesquisadora para fornecer-lhes explicações. Perguntas como “o que devo fazer agora?” e “como faço?” permearam os diálogos entre os estudantes e a pesquisadora, mostrando, mais uma vez, que eles não se mantêm atentos às explicações ou apresentam dificuldades de compreensão do conhecimento para além do previsto no modelo de AEMc. Mesmo respondendo que sabiam o que deveria ser feito no *Pit stop*, eles manifestaram ter dúvidas durante a execução da atividade.

No momento de responder ao segundo *Pit stop*, obtiveram-se respostas curtas e diretas, a exemplo do primeiro *Pit stop*, com os estudantes insistindo em, mesmo oralmente, limitar as respostas à formalidade da escrita. O diálogo entre os estudantes mostrou que eles responderam às questões metacognitivas, mas se isso repercutiu em evocação deste pensamento ficou aquém de suas respostas. Evidentemente, esse questionamento metacognitivo apresentava o propósito, assim como os demais, de favorecer condições explícitas de evocação para aqueles que ainda não o tinham alcançado. Nesse sentido,

julga-se que, mesmo com as respostas limitadas, muitos estudantes devem ter alcançado esse objetivo.

Outra questão importante mostrada neste *Pit stop* é a dificuldade dos estudantes de responderem a questões que avaliam seu andamento, principalmente se remetem a momentos de parada na ação. Tal dificuldade decorre, na maioria dos casos, da falta de hábito e do, já mencionado, imediatismo presente nos jovens, repercutindo em dificuldade para parar e pensar sobre o que estão fazendo.

Com o procedimento executado, a atividade foi direcionada a sua conclusão na forma de discussão do que fora realizado e dos resultados obtidos. O roteiro-guia conduzia a que esta etapa fosse dividida em questões, não limitada ao registro desses resultados. Essa necessidade resultou do verificado na fase de sondagem e no teste piloto, mostrando que a avaliação representa a fase mais crítica de um trabalho experimental, pois os estudantes julgam a execução do procedimento como a etapa de encerramento desta, não valorizando a organização e discussão dos resultados obtidos. Nesse sentido, pode-se afirmar que a atividade experimental proposta pretendia valorizar esse momento, oferecendo condições para que estabelecessem discussões nos grupos de trabalho sobre a organização dos resultados e a forma de apresentá-los ao grupo.

A avaliação antecedida pela monitoração buscou possibilitar que os estudantes, ao organizarem seus resultados, o fizessem de modo a já terem refletido sobre como haviam realizado a atividade e se tudo funcionara dentro das suas expectativas ou se algo precisara ser revisto. Em termos metacognitivos, a monitoração fornece a possibilidade de ter em mente os processos que os levaram a agir de uma ou de outra forma. Deste modo, ao iniciar a etapa de avaliação, pretendia-se que os estudantes estivessem cientes quanto ao caminho que haviam trilhado, tendo clareza de suas opções.

Avaliar significa retomar, julgar, verificar o que foi realizado. É uma autoavaliação no sentido de promover uma revisão sobre o realizado e verificar se de fato se entendeu o que foi feito. Essa autoavaliação requer momentos de pensar sobre o que se aprendeu e como se aprendeu. Nada melhor que ter de explicar a alguém o que realizou e como realizou, assim como relatar o resultado encontrado, para verificar se de fato o estudante se apropriou do conhecimento. Nesse momento ele opera cognitivamente, de modo a reestruturar seus pensamentos e a verificar os meios que lhe permitiram chegar ao resultado encontrado. É uma forma de estruturar sua compreensão e de

verificar se de fato entendeu e, ainda, em termos metacognitivos, de verificar se entendeu como entendeu.

O terceiro Questionamento Metacognitivo foi dirigido a trazer à tona o desenvolvimento da atividade e a forma como fora desenvolvida, possibilitando pensar sobre o realizado de modo a identificar como a tinham realizado, se havia outra forma de proceder, se os objetivos propostos seriam atingidos e se as hipóteses definidas no início da atividade seriam confirmadas. As respostas dos estudantes, apesar de diretas e, por vezes, negativas, revelam a validade da oportunidade oferecida a eles de rever o que fora feito e de discutir no grupo as ações e a forma de entender a atividade desenvolvida.

Em seguida, os estudantes foram levados pelo roteiro-guia a responder a duas questões, as quais buscavam que retomassem a atividade realizada. Na primeira, solicitou-se-lhes que dessem um título à atividade, com o objetivo de que, de forma sintética, buscassem expressar o que haviam feito e o entendimento que tinham desta atividade. As respostas foram as mais criativas: “Experimento de verificação de velocidade média constante”; “Construção de gráficos $S \times t$ e $V \times t$ ”; “Descobrimo a velocidade e a posição de um corpo”. “A velocidade constante da bolha”; “Atividade da bolha”; “Meu bem”; “A bolha graficamente correta”; “A bolha do gráfico”; “O gráfico da bolha”; “O rolo de amassar pão”; “Velocidade do Audi”. Apesar de alguns serem jocosos, todos inferiram que, de alguma forma, houvera entendimento do realizado.

Na sequência, e como última questão, foi solicitado que registrassem no papel os comentários finais sobre a atividade e os resultados obtidos, de modo a compartilhá-los com seus colegas. Percebeu-se a dificuldade de alguns estudantes (grupos) de atender a este item, pois julgavam ter terminado a atividade quando coletaram os dados. Um dos grupos, na última atividade experimental, não conseguiu responder à questão, e não por falta de tempo, mas por falta de interesse em fazê-lo. Entretanto, houve momentos de discussão dos resultados bem significativos, principalmente na primeira e na segunda atividade, nas quais os estudantes participaram ativamente desse momento. A condução do processo foi realizada pela pesquisadora, que retomou a atividade no coletivo e procedeu ao seu fechamento remetendo ao objetivo e confrontando os resultados encontrados pelos grupos. Ao final, os grupos registraram tais explanações e encerram-na.

Ainda por conta da execução da AEMc, vale registrar que as características da amostra levaram a um processo diretivo de condução coletiva e individual para além do pretendido. Havia, especialmente na

primeira atividade experimental, a necessidade de que cada item do roteiro-guia fosse discutido e explicado tanto no coletivo da turma como nos grupos de trabalho. Entretanto, a ação foi referenciada num processo didático metacognitivo de modo a criar situações favorecedoras à evocação desse pensamento. Foi importante manter os estudantes atentos e orientados no trabalho em desenvolvimento, mas tomando o cuidado de trazê-los à reflexão sobre seus conhecimentos e sobre como deveriam proceder em suas ações, identificando as razões que os teriam levado a pensar desta ou de outra forma. No decorrer da tarefa eles eram incitados a expor seus pensamentos e a descrever como iriam proceder para realizar a atividade proposta, caracterizando um processo didático metacognitivo.

A premissa de agir em consonância com a proposta está de acordo com o defendido por Monereo e Castello (1997) e Monereo (2001) ao destacarem que, num ensino por estratégias de aprendizagem metacognitivo, é necessário que o professor recorra a esse processo durante o desenvolvimento de suas aulas, evidenciando sua utilização para os estudantes. Ao ter de controlar a atividade, fazia-se necessário conduzir o processo de modo que eles percebessem a importância de pensar sobre o que sabem e, diante disso, planejar e avaliar suas ações. Esse foi o pensamento presente durante toda a atividade, buscando manter os estudantes atentos ao objetivo da atividade experimental e aos meios pelos quais chegariam à concretização deste objetivo.

O diálogo mantido com os estudantes, fosse nos momentos de quadro-negro, fosse nos grupos de trabalho, manteve-se orientado a promover a evocação do pensamento metacognitivo. Entretanto, a ação didática metacognitiva também representava uma novidade para a pesquisadora, que, mesmo apoiada nos aspectos teóricos da metacognição, teve certa dificuldade em razão da novidade da proposta.

Em termos dos momentos de evocação para os estudantes, salienta-se que os mais significativos ficaram por conta dos *Pit stop* nos questionamentos metacognitivos proporcionados pelo mascote Cérebro. Contudo, é preciso considerar que não foram somente esses os momentos favorecedores da evocação metacognitiva, mas, sim, toda a atividade experimental foi pautada por ações que possibilitassem aos estudantes esta evocação, porque é o conjunto de ações que proporciona esta possibilidade.

A seguir procede-se à apresentação dos dados coletados por conta dos registros dos observadores nas fichas de observação, apresentando-se, na continuidade, a análise desses resultados segundo as categorias e subcategorias estabelecidas para isso.

5.6 Registro dos observadores

Esta seção se destina à apresentação dos registros nas fichas de observação durante a realização das três AEMc. Os dados decorrentes desta coleta estão representados a seguir de três formas distintas: a Tabela 5, com os valores totais por item da ficha de observação; a Tabela 6, com valores percentuais agrupando esses itens por elementos metacognitivos; o Gráfico 9, ilustrando os valores da tabela anterior (elementos metacognitivos).

A tabela a seguir corresponde à primeira forma mencionada anteriormente, apresentando na primeira coluna os itens avaliados junto aos estudantes e, nas colunas subsequentes, os respectivos registros para cada uma das atividades experimentais realizadas. O resultado em cada AEMc corresponde à soma dos registros para o total da amostra.

Tabela 5: Resultado por item nas três atividades experimentais – Fase de viabilidade.

Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante investigado:

	AEMc 01 ²²			AEMc 02 ²³			AEMc 03		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N
1. Reconhece o conteúdo ou parte dele com relação a aprendizagens anteriores.	8	3	1	5	5	2	9	1	2
2. Apresenta consciência do objetivo a ser atingido e de que conhecimento precisa para respondê-lo	6	4	2	3	8	1	6	4	2
3. Encontra-se motivado para realizar a atividade, fazendo inferências sobre os conhecimentos em estudo e sobre o modo de realizar a atividade.	8	2	2	6	3	3	7	1	4
4. Participa da formulação de hipóteses, retomando seus conhecimentos e confrontando-os com as colocações de seus colegas.	3	6	3	4	5	3	10	2	--

²² No item 19 dessa atividade experimental, o número de estudantes assinalado na ficha de observação foi dez, pois havia a opção de não assinalar nenhum item da tabela caso o observador julgasse que não seria possível visualizar o comportamento desse estudante, ou esse não se enquadrasse nas alternativas apresentadas, deixando-a sem assinalar.

²³ Da mesma forma que a anterior, diante da possibilidade de não ser assinalada nenhuma alternativa na ficha de observação, nesta atividade experimental a questão treze ficou com um registro a menos, onze ao invés de doze.

	AEMc 01			AEMc 02			AEMc 03		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N
5. Avalia seus conhecimentos em função dos necessários para realizar a atividade.	4	5	3	4	6	2	8	3	1
6. Reconhece suas características pessoais diante às necessárias para a atividade.	7	4	1	3	5	4	8	3	1
7. Estabelece comparações entre ações envolvidas na atividade e outras já realizadas.	1	3	8	4	6	2	10	2	--
8. Discute com seus colegas a estratégia para realizar a atividade, estabelecendo comparações com outras já efetuadas ou mesmo com as que seus colegas sugerem.	6	4	2	6	6	--	9	1	2
9. Avalia a estratégia com seus conhecimentos e de seus colegas, ou, mesmo, as avalia em termos dos equipamentos e materiais disponíveis.	7	3	2	9	2	1	8	4	--
10. Planeja as ações tendo como referência seus conhecimentos, a tarefa envolvida e a estratégia a ser utilizada.	8	4	--	9	2	1	7	4	1
11. Leva em consideração na organização da atividade as características pessoais e de conhecimento de seus colegas de grupo.	7	5	--	8	4	--	10	2	--
12. Tem clareza de por onde começar a atividade e do caminho a ser trilhado para chegar ao objetivo da atividade.	8	3	1	6	6	--	7	5	--
13. Confronta a ação em execução e o objetivo pretendido.	5	6	1	7	3	1	6	4	2
14. Avalia se os materiais e equipamentos estão de acordo com o planejado.	5	4	3	3	9	--	11	--	1
15. Realiza questionamentos para o grupo se tudo está de acordo com o previsto ou se há problemas não previstos inicialmente.	5	5	2	5	5	2	8	3	1
16. Participa das decisões do grupo, questionando o que esta sendo realizado, de forma a revisar as ações executadas, valorizando esta etapa da atividade experimental.	10	1	1	7	4	1	8	3	1
17. Sistematiza os dados coletados tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental.	4	2	6	5	6	1	7	4	1

	AEMc 01			AEMc 02			AEMc 03		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N
18. Retoma o resultado encontrado, identificando o modo executado e se este permitiu atingir o objetivo e verificar as hipóteses inferidas no início do estudo.	4	7	1	1	10	1	9	3	--
19. Avalia o resultado em termos de possíveis equívocos ou distorções de conhecimento ou operacionais na execução da atividade experimental.	1	4	5	3	1	8	7	5	--
20. Apresenta clareza do conhecimento adquirido com a realização da atividade experimental e dos meios que o levaram a chegar a este conhecimento.	6	5	1	4	6	2	9	3	--

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A Tabela 6 ilustra os valores percentuais agrupando os itens da tabela anterior por elementos metacognitivos. A primeira coluna apresenta esses elementos com a indicação entre parênteses dos itens correspondentes na ficha de observação; as demais colunas apresentam os registros percentuais para o total da amostra investigada em cada AEMc.

Tabela 6: Resultado em percentual por elemento metacognitivo - Fase de viabilidade.

	AEMc 01			AEMc 02			AEMc 03		
	S(%)	D(%)	N(%)	S(%)	D(%)	N(%)	S(%)	D(%)	N(%)
Pessoa (1, 2, 3, 4, 5)	48,33	33,33	18,33	36,67	45	18,33	66,67	18,33	15
Tarefa (6, 7)	33,33	29,17	37,50	29,17	45,83	25	30	20,83	4,17
Estratégia (8, 9)	54,17	29,17	16,67	62,50	33,33	4,17	70,83	20,83	8,33
Planificação (10, 11, 12)	63,89	33,33	2,78	63,89	33,33	2,78	66,67	30,56	2,78
Monitoração (13, 14, 15, 16, 17)	48,33	30	21,66	45,76	45,76	8,48	66,67	23,33	10
Avaliação (18, 19, 20)	32,35	47,06	20,59	22,22	47,22	30,56	69,44	30,56	--

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O Gráfico 9 ilustra os valores da tabela anterior para a primeira atividade experimental (AEMc 01) correspondente aos elementos metacognitivos investigados.

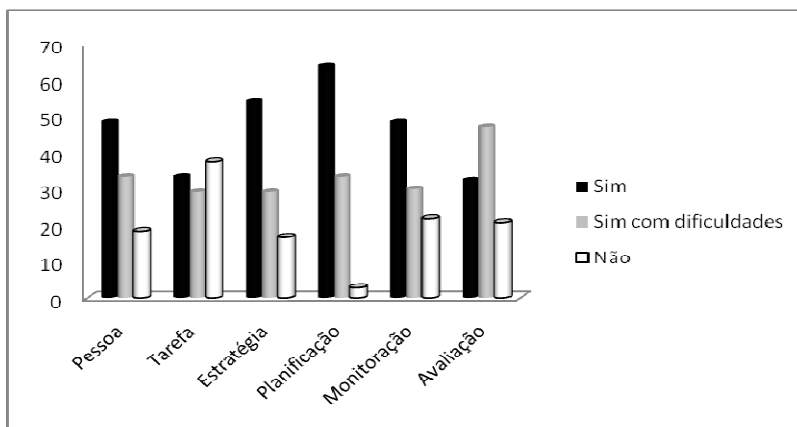


Gráfico 9: Resultado percentual por elemento metacognitivo para a AEMc 01.

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O Gráfico 10 ilustra os valores da tabela anterior para a segunda atividade experimental (AEMc 02) correspondente aos elementos metacognitivos investigados.

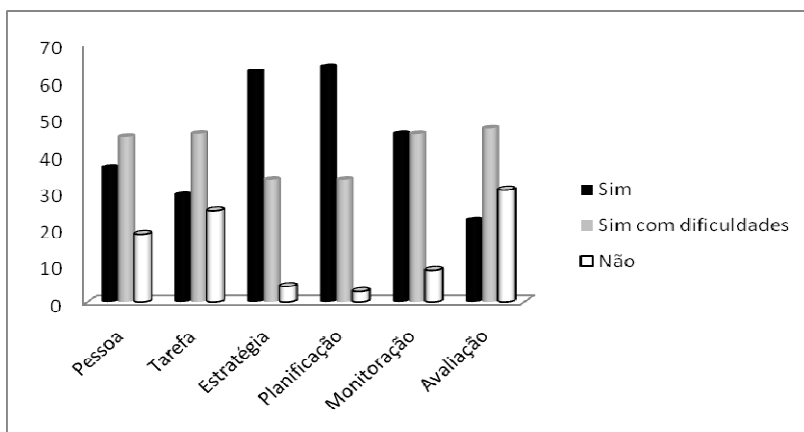


Gráfico 10: Resultado percentual por elemento metacognitivo para a AEMc 02.

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O Gráfico 11 ilustra os valores da tabela anterior para a terceira atividade experimental (AEMc 03) correspondente aos elementos metacognitivos investigados.

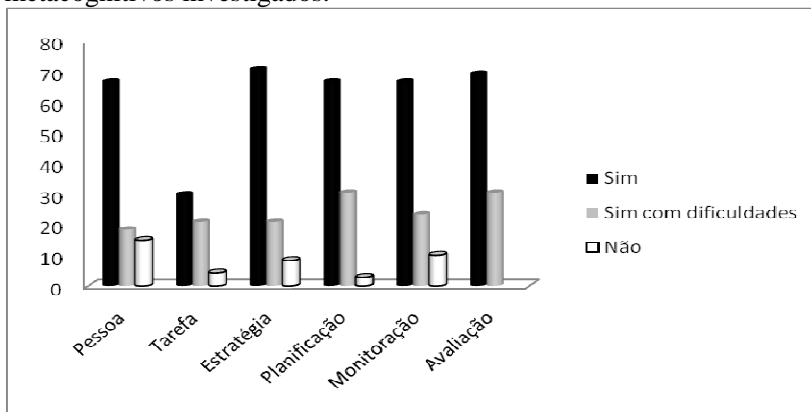


Gráfico 11: **Resultado percentual por elemento metacognitivo para a AEMc 03.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

5.7 Análise dos registros dos observadores

Com base nos dados coletados e apresentados anteriormente, procede-se a sua discussão, conduzida pelas categorias e subcategorias apresentadas no quarto capítulo. Em cada subcategoria é apresentado um gráfico que ilustra os resultados apresentados na Tabela 6 para o respectivo elemento metacognitivo; caracterizado o elemento metacognitivo em estudo e as manifestações dos estudantes identificadas como de ordem metacognitiva; descrito um comparativo entre os dados coletados nas três atividades; mencionado um ou mais exemplos de itens da ficha cuja menção se faz pertinente e, ao final, realizada uma inferência sobre os resultados. Salienta-se que uma primeira aproximação dos resultados obtidos nesta fase de viabilidade com a teoria se sobrepõe ao apresentado no item “Praticando a AEMc”.

5.7.1 Conhecimento do conhecimento

Nesta categoria encontram-se os dados referentes ao processo de tomada de consciência dos estudantes sobre o que sabem com relação aos seus conhecimentos, mais especificamente, sobre os elementos metacognitivos pessoa, tarefa e estratégia.

a) Pessoa

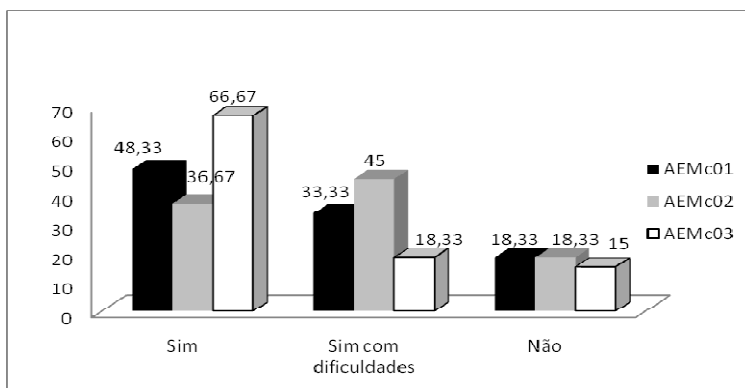


Gráfico 12: **Dados referentes ao elemento pessoa – Fase de viabilidade.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O elemento metacognitivo **pessoa** está relacionado à identificação pelos estudantes das características pessoais nas quais eles reconhecem suas convicções sobre si mesmos (mitos, crenças, preconceitos, conhecimentos etc.) e sobre seus colegas. Essas características podem ser identificadas no seu comportamento diante de questões como: identificação do conteúdo em estudo com conhecimentos anteriores; organização de suas ações em função de características pessoais e de seus colegas; avaliação ou retomada de seus conhecimentos, identificando aspectos merecedores de melhoria; respeito e avaliação da opinião de colegas, exposição e discussão de hipóteses para o estudo; interesse pelo conhecimento e pela tarefa envolvida na atividade experimental.

De modo geral, os índices assinalados para a alternativa *sim* nas três atividades experimentais demonstraram que os estudantes buscaram identificar em suas estruturas de pensamento aquilo que sabiam ou julgavam saber sobre si mesmos, sobre seus conhecimentos e sobre o que seus colegas sabiam. Entretanto, os percentuais ficaram aquém do esperado, demonstrando haver dificuldades para isso; por outro lado, na última atividade o percentual de 66,67% demonstrou-se crescente nesta

busca, sugerindo que, com o tempo, provavelmente os estudantes estarão mais aptos a exercer essa identificação e retomada.

Analisando os itens da ficha, percebe-se, conforme demonstra a Tabela 5, que o item motivação e interesse pela aula (item 3) decaiu da primeira para a última atividade experimental; em contrapartida, a participação dos estudantes na formulação das hipóteses (item 4) mostrou-se significativamente maior. As razões para o decréscimo no item 3 pode se dever ao fato de que realizar uma atividade experimental que promova reflexão no pensamento pode ser desagradável para os estudantes, pois se sabe que eles não estão habituados a pensar e que isso pode não ser agradável, pelo menos num primeiro momento. Talvez com o tempo e com a inserção dessa forma de pensamento em outras atividades de aprendizagem, eles passem a se sentir mais atraídos. O hábito de receber todas as tarefas prontas, sem exigir uma retomada em seus conhecimentos, pode ter sido outro fator que levou a que se reduzissem a motivação e o interesse dos estudantes da primeira para a terceira atividade experimental. Outra justificativa para este pequeno decréscimo pode estar vinculada à escolha das situações para iniciar a atividade experimental, na forma de pré-teoria contextualizada, visto que, por mais adequadas e proveitosas que sejam, nem sempre representam algo de igual interesse para todos os estudantes, ou seja, o que parece ser instigante para alguns pode não sê-lo para outros, ou ainda, situações de interesse para o professor podem não sê-lo para os estudantes. Tal situação parece necessitar de uma maior reflexão na proposta em estudo, já que a motivação representa um aspecto significativo para a evocação metacognitiva.

A motivação encontra-se relacionada às primeiras definições de Flavell sobre metacognição, envolvendo as experiências metacognitivas, referindo-se à consciência cognitiva e afetiva que acompanha e pertence a determinada atividade de aprendizagem. Para este autor, o fato de estar motivado ou não é determinante para que o estudante inicie o processo de tomada de consciência sobre seus conhecimentos. Essa motivação se encontra relacionada tanto ao tema em estudo como à natureza da atividade a ser realizada.

Do exposto sobre o item motivação e interesse, o mais significativo é que, analisando as fichas de observação, percebe-se que o estudante que não se encontra motivado e interessado não manifesta comportamentos associados ao pensamento metacognitivo, corroborando o mencionado por Flavell (1974). Em uma análise mais específica nas fichas de observação, foi possível identificar que, por exemplo, um estudante que recebeu registro negativo para o item

motivação e interesse teve ao longo da ficha mais onze registros nesta mesma alternativa, oito para a alternativa *sim com dificuldades* e nenhum para a alternativa *sim*. Outro exemplo é o que mostra o estudante que recebeu nove registros *não*, incluindo o de motivação e interesse, onze *sim com dificuldades* e nenhum registro para a alternativa *sim*. Ou seja, se o estudante não se mostra motivado ou interessado, dificilmente vai realizar a atividade de modo a evocar pensamentos metacognitivos.

Em outra direção, ao analisar a participação dos estudantes na elaboração das hipóteses (item 4), o índice foi significativamente maior da primeira para a terceira atividade experimental. Na primeira apenas 3 (12) estudantes receberam registro para a alternativa *sim*, ao passo que na terceira o número se elevou para 10 (12). Essa diferença demonstra que houve participação dos estudantes, ao contrário do observado na fase inicial da AEMc. Essa participação maior na etapa de formulação das hipóteses pode ter decorrido das discussões teóricas apresentadas no início da atividade. O fato de propor hipóteses e discuti-las no contexto da aula demonstra a validade de propô-las depois de uma retomada dos conteúdos, permitindo que os estudantes, de posse do conhecimento sobre o conteúdo envolvido e do objetivo da atividade, sintam-se mais à vontade para fazer suas inferências. Conforme mencionado, as hipóteses dentro de um processo construtivista mostram-se fundamentais, evidenciando que, ao serem suscitadas na atividade, levam os estudantes a ativar seus pensamentos, contribuindo para a observação a ser realizada na continuidade da atividade experimental.

Outra questão que pode ter contribuído para esse significativo aumento foi a condução da atividade experimental, na qual se direcionaram as ações a um processo didático metacognitivo, quando, ao provocar os estudantes para que identificassem seus conhecimentos e os explicassem, eles foram levados a se aventurar na formulação de hipóteses.

Por fim, os índices para a categoria pessoa revelaram que, se o objetivo é provocar uma mudança de pensamento, isso deverá ser realizado lenta e gradualmente; caso contrário, corre-se o risco de provocar desinteresse pela atividade, o que pode representar um entrave à evocação do pensamento metacognitivo. Por outro lado, permitiu visualizar 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.

b) Tarefa

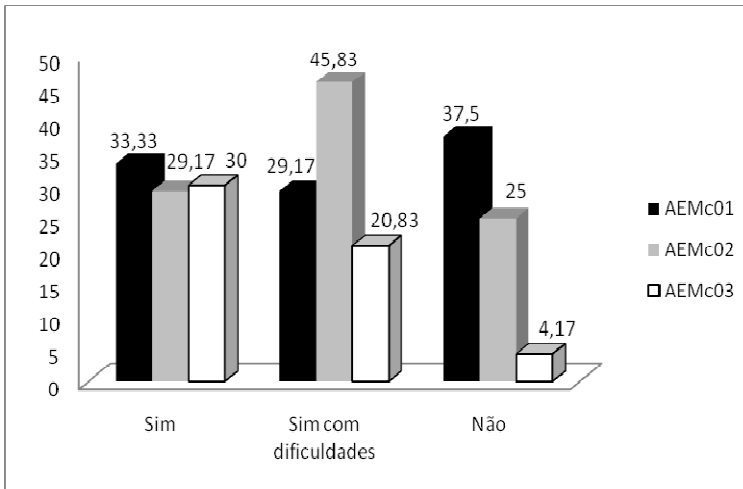


Gráfico 13: **Dados referentes ao elemento tarefa – Fase de viabilidade.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A **tarefa** vincula-se à abrangência, à influência e às exigências necessárias para a execução da atividade, identificando-se com a natureza da informação e suas exigências. Refletir sobre a tarefa em execução significa retomar experiências anteriores, entendendo a nova como mais fácil ou mais difícil em comparação a outras atividades experimentais já desenvolvidas. Significa, ainda, verificar possíveis dificuldades que poderão se fazer presentes, sinalizando para a necessidade de superá-las, a fim de atingir o êxito esperado na atividade experimental proposta. Essas experiências, obviamente, são de cunho pessoal, mas podem e devem ser compartilhadas no grupo, para que possa haver cooperação e auxílio mútuo.

Em termos das atividades experimentais, a variável tarefa vincula-se à identificação do estudante com o tipo de atividade que será desenvolvida, ou mesmo com as informações necessárias para realizar essa atividade. Nas fichas de observação este elemento se associava à identificação das características da atividade a ser realizada e às comparações estabelecidas com atividades anteriores (itens 6 e 7, respectivamente). No conjunto dos itens, o percentual esteve abaixo do estimado, a exemplo do elemento pessoa; por outro lado, manteve-se estável da primeira para a terceira atividade, conforme indica a Tabela 6. No item 6 não houve um acréscimo significativo quando comparada a

primeira com a terceira atividade, tendo-se um registro de 7 (12) para a alternativa *sim* na primeira atividade e 8 (12) na terceira; por outro lado, ao investigar se os estudantes estabelecem comparações entre esta tarefa e outra já realizada, os registros para o *sim* passaram de 1 (12) para 10 (12). Evidentemente, na primeira atividade experimental não havia outra atividade para comparar, por isso, a identificação foi mínima. Neste sentido, eles poderiam continuar não identificando, mas, ao contrário, procederam a essa identificação, possibilitando inferir que isso foi decorrência da explicitação desse elemento.

A explicitação para essa identificação pode ter sido proporcionada pelas questões do roteiro-guia, que levavam o estudante a retomar atividades passadas, ou mesmo pela pergunta explícita realizada no primeiro Questionamento Metacognitivo. No terceiro roteiro-guia, o item relativo a “Pensando como fazer antes de iniciar” conduzia os estudantes a pensar na atividade já realizada. Para reforçar essa possibilidade, o primeiro Questionamento Metacognitivo perguntava: “Lembram da atividade realizada na aula anterior?”. Os dois momentos podem ter contribuído para que os observadores registrassem como positiva essa possibilidade de evocação do pensamento metacognitivo.

Conforme exposto por Flavell (1976), o reconhecimento da tarefa a ser executada e dos requisitos necessários para tal pertence à tomada de consciência do estudante sobre seus conhecimentos. Essa identificação da tarefa proporciona-lhe buscar laços com o já realizado em atividades passadas, procurando relacionar os elementos pertinentes entre as atividades. A não identificação com atividades passadas pode prejudicar a compreensão do novo, pois é no resgate do anterior que este se apoia, o que se refere tanto aos conhecimentos envolvidos na atividade experimental como aos procedimentos inerentes a ela. Assim, salientar esse elemento metacognitivo 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.

c) Estratégia

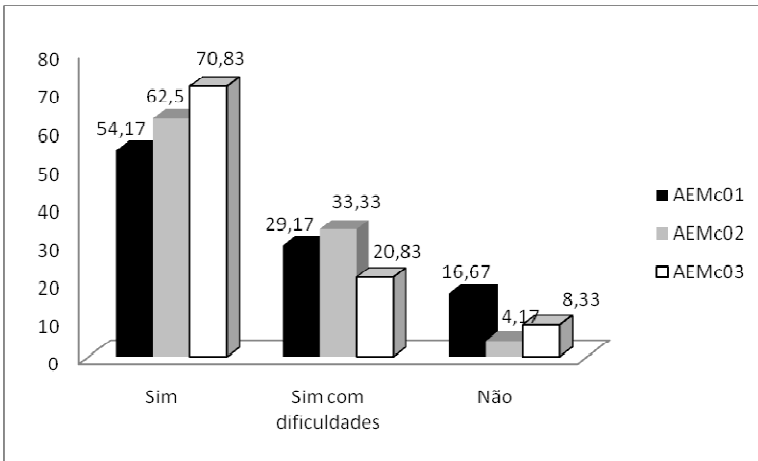


Gráfico 14: **Dados referentes ao elemento estratégia – Fase de viabilidade.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

O elemento metacognitivo **estratégia** encontra-se relacionado ao quando, onde, como e por que aplicar determinadas táticas para realizar uma tarefa. Neste elemento o que está em discussão é a maneira como a atividade vai ser desenvolvida, encontrando-se muito próxima da planificação, que integra o controle executivo e autorregulador das ações, mas difere desta por apresentar a peculiaridade de estar vinculado ao conhecimento do sujeito sobre os seus conhecimentos.

Neste elemento, são enquadradas as manifestações relativas ao reconhecimento pessoal diante do caminho que deverá ser seguido para atingir o objetivo; ao exame do modo de executar a atividade experimental e ao estabelecimento das comparações entre ações já executadas em outras atividades e as necessárias a esta, incluindo a avaliação dos equipamentos e materiais disponíveis. Este elemento permite ao estudante identificar em suas estruturas de pensamento o que sabe sobre a estratégia e qual o seu sentimento em relação a elas, bem como identificar se as escolhas feitas por ele e pelo seu grupo de trabalho estão de acordo com o disponível para tal.

Na comparação percentual entre as três atividades, a estratégia mostrou-se presente de forma mais significativa que os elementos metacognitivos já mencionados. Na primeira o percentual para o registro de *sim* foi de 54,17%, elevando-se para 70,83% na terceira atividade experimental. Lembrando que na sondagem este elemento aparecia com

8,33%, pode-se dizer que, a princípio, houve evocação do pensamento metacognitivo nesta fase e, ainda, que ela atuou de forma progressiva da primeira para a terceira atividade experimental.

Na ficha de observação, este elemento é avaliado em dois itens (8 e 9), conforme indicado na Tabela 6, os quais mostraram um crescimento da primeira para a terceira ficha. O item 8 obteve 6 (12) registros para a alternativa *sim* na primeira atividade e 9 (12) na terceira; já o item 9 para a mesma alternativa obteve 7 (12) na primeira e 8 (12) na terceira atividade experimental. Esses números mostram que, a partir do momento em que a estratégia passou a ser explicitada no roteiro-guia, seja pelos seus itens (passos), seja pelo Questionamento Metacognitivo, passou a fazer parte das ações dos estudantes. Além disso, e como era esperado, houve um significativo crescimento da primeira atividade para a terceira, revelando que a reincidência parece ser a saída para tornar os estudantes mais estratégicos metacognitivamente em suas aprendizagens.

A respeito dos resultados apresentados cabe mencionar que os roteiros-guia utilizados nas três AEMc não favoreceram aos estudantes a possibilidade de discutir outras estratégias, limitando-se suas inferências à proposta neste roteiro (primeira proposição de AEMc). Contudo, se as opções já feitas de antemão dificultaram a que este elemento metacognitivo fosse evocado durante a atividade experimental, têm-se as questões explicitadas no primeiro *Pit stop*, que deveriam remeter os estudantes a refletir sobre a estratégia proposta e avaliar se os equipamentos e materiais disponíveis estavam de acordo com a atividade a ser executada.

A evocação desse elemento é considerada na literatura (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999) como um dos indicativos de autonomia na aprendizagem, uma vez que anuncia a busca do estudante por reconhecer em sua estrutura cognitiva o caminho que melhor lhe permita obter êxito na atividade proposta. Esse reconhecimento lhe confere uma autonomia de escolha e decisão mesmo num trabalho em grupo, como nas atividades experimentais. Quando o estudante tem consciência do caminho que melhor lhe convém para compreender a atividade, pode participar das discussões do grupo, expondo seu ponto de vista e seus questionamentos. Nesse caso, a exposição da forma de pensamento de um estudante pode contribuir para a aprendizagem dos outros, conforme vem sendo demonstrado por estudos na área de metacognição (exposição oral do pensamento pelos *experts*). Essa exposição oral, igualmente, pode permitir que os colegas reflitam sobre

a forma de pensar daquele que a expõe (grupo), apontando-lhe possíveis distorções.

Dessa forma, ao discutir com seus colegas sobre a melhor estratégia para atingir o objetivo (cognitivo) e ao avaliar os equipamentos e materiais necessários para isso, os estudantes estarão manifestando um pensamento metacognitivo.

Por fim, o importante do elemento metacognitivo estratégia é que promova no estudante uma reflexão sobre a forma de executar a atividade experimental, ativando em seu pensamento questões que o levem não apenas a identificar o caminho, mas a reconhecer as razões das escolhas desse caminho. Tais razões estão na identificação pessoal com uma ou outra estratégia e na negociação dos estudantes com seus parceiros, definindo a estratégia mais adequada para responder ao objetivo cognitivo.

5.7.2 Controle executivo e autorregulador

Nesta categoria encontram-se os dados referentes ao processo de gestão da atividade experimental e ao modo como os estudantes conduziram o processo, mais especificamente, refere-se aos elementos metacognitivos planificação, monitoração e avaliação.

a) Planificação

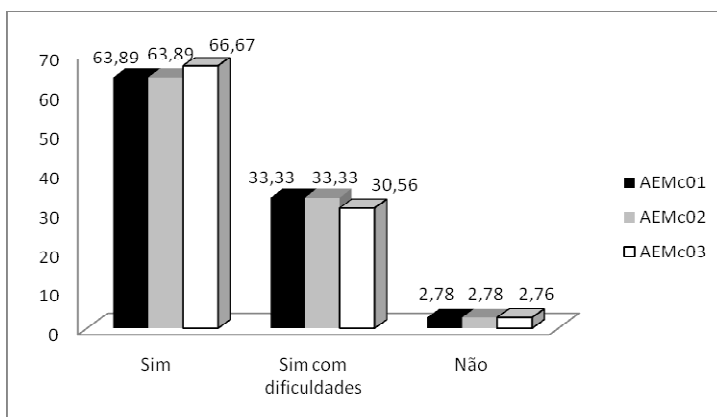


Gráfico 15: **Dados referentes ao elemento planificação – Fase de viabilidade.**
Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Diferentemente das subcategorias anteriores, cujo centro estava na reflexão pessoal (depois compartilhada) dos estudantes, a planificação mostra-se de caráter mais cooperativo, no modo como eles procedem à execução da atividade experimental, segundo o identificado em termos de seus conhecimentos. A planificação refere-se a um planejamento conjunto no grupo de trabalho das ações a serem realizadas, vinculando-se a aspectos específicos de gestão durante a atividade experimental.

A **planificação** é responsável pela previsão de etapas, avaliação das estratégias selecionadas em relação à finalidade e aos resultados da ação, fixando metas sobre como proceder para realizar a ação. Segundo Brown (1987), o planejamento é estabelecido a partir do momento em que se conhece o problema ou a atividade a ser realizada; por isso, é importante a discussão do procedimento antes de iniciar a atividade.

Conforme descrito, a planificação se confunde, por vezes, com a estratégia, já que ambas discutem questões relacionadas às ações, as quais devem, nas estratégias, ser identificadas com os conhecimentos dos estudantes e, na planificação, ser delineadas pelo estudante diante da tarefa a ser executada. O elemento metacognitivo estratégia representa a identificação do sujeito em face dos seus conhecimentos quanto ao modo de proceder, e a planificação refere-se ao traçado de como fazer isso. Mesmo que na teoria tais elementos sejam distinguíveis, na prática fica difícil delimitar um e outro. Assim, ao identificar uma estratégia para realizar a atividade experimental, de certa forma se está discutindo sobre como executar a atividade, o que é representado pela planificação.

Neste elemento são enquadradas manifestações dos estudantes relativas a: organização de suas ações ou participação na organização do grupo, levando em consideração seus conhecimentos, aqueles necessários para a atividade, as características de seus companheiros, o tipo de tarefa e a estratégia a ser realizada; ao planejamento da ação e à distribuição das atividades, verificando do que dispõe e o que será necessário para atingir o objetivo; a apresentação de clareza de entendimento da atividade, de como realizá-la e do que será preciso para isso.

Os resultados da ficha de observação apontaram a sua presença desde a primeira atividade, mantendo uma regularidade nas três atividades nos percentuais para a alternativa *sim*, conforme mostra a Tabela 6. Em termos mais específicos, os três itens da ficha que avaliaram este elemento metacognitivo revelaram pequenas oscilações entre a primeira e a última atividade, ficando o mais expressivo por conta do item 11 ao avaliar se os estudantes levavam em consideração

no momento de organizar suas ações as características pessoais e as de seus colegas. Na primeira atividade a alternativa *sim* recebeu 7 (12) registros e, na última, 10 (12), mostrando que os estudantes podem se tornar mais propensos a essa identificação com o tempo e considerar suas características e as dos colegas no momento de planejar suas ações.

Em termos das atividades experimentais, o planejamento mostra-se essencial, sendo a porta de entrada da sua execução. Planejar, entretanto, não se restringe a organizar as ações executivas operacionais, mas, sim, envolve organizar os conhecimentos necessários para a realização da atividade. Nesse sentido, o modelo de atividade experimental proposto neste estudo mostra-se promissor, levando a que os estudantes estabeleçam suas planificações antes da execução, possibilitando-lhes identificar o que será realizado e o que é preciso fazer. Na comparação com o modelo tradicional (sondagem), a planificação mostra-se como um elemento novo, visto que praticamente inexistia na sondagem (alternativa *sim* com nenhum registro). Ao identificar que na última atividade experimental a alternativa *sim* recebeu registro de 66,67% e, na fase de sondagem, índice zero, evidencia-se que o modelo favorece a planificação. A análise da alternativa *não* também chama a atenção e corrobora o inferido, pois, na sondagem, recebeu registro de 91,67% e, na terceira atividade experimental, 2,78%.

b) Monitoração

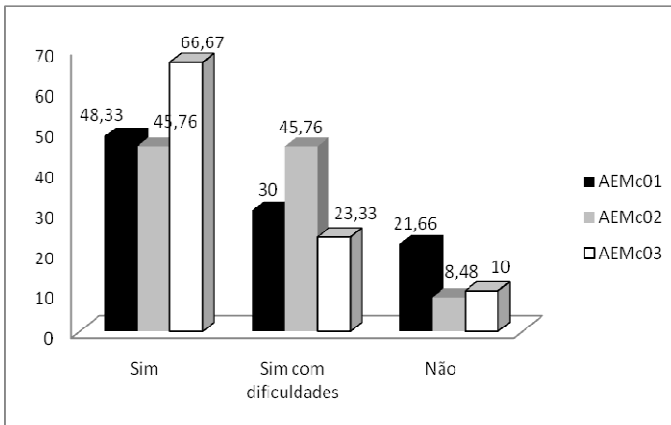


Gráfico 16: Dados referentes ao elemento monitoração – Fase de viabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A **monitoração** executiva representa 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. É uma avaliação do pensamento durante o fazer, permitindo regular a ação executiva e o processo de construção do conhecimento.

Esse elemento metacognitivo se encontra associado aos comportamentos dos estudantes em termos da execução da atividade, de forma a retomar o objetivo e o planejamento, verificando se há equívocos de conhecimentos ou, mesmo, desvios operacionais; ao reconhecimento da etapa de execução da atividade como parte fundamental dela e que necessita ser efetuada com cuidado; à retomada das estratégias, a fim de verificar sua pertinência em relação à execução da atividade experimental; ao controle ativo da ação e dos conhecimentos envolvidos e à organização dos dados coletados tendo em mente do que precisará para obter os resultados finais da atividade experimental.

Analisando as fichas de observação, percebe-se que no item 14, referente ao fato de os estudantes avaliarem os equipamentos e materiais disponíveis diante das necessidades da atividade, o número de registros para a alternativa *sim* aumentou de 5 (12) na primeira atividade para 11 (12) na última. Isso demonstra que os estudantes passaram a se envolver mais com a atividade, conseqüentemente tomando consciência de como precisavam proceder diante do que deveriam fazer. Entretanto, esse crescimento não é visualizado em outros itens, como no número 13 da ficha de observação, por exemplo, na qual, ao ser investigado se os estudantes confrontam a ação em execução com o objetivo pretendido, os registros para a alternativa *sim* foram 5 (12) na primeira atividade experimental e 6 (12) na terceira.

Mesmo que a monitoração tenha recebido no âmbito total dos itens um elevado percentual positivo, salienta-se que aspectos como o exposto referente ao item 13 chamaram a atenção durante o desenvolvimento das atividades experimentais. A dificuldade para monitorar a ação foi perceptível durante o seu desenvolvimento, podendo estar relacionada à falta de hábito dos estudantes, ou, mesmo, ao posicionamento do Questionamento Metacognitivo ao final da execução do procedimento. O fato é que os estudantes apresentam dificuldades de monitorar suas ações, o que parece ter persistido mesmo diante do novo modelo de AEMc proposto.

O teste piloto já havia apontado essa fragilidade, que parece ter continuado nesta fase, mesmo que tenha sofrido alterações na sua apresentação aos estudantes. O novo roteiro-guia passou a enfatizar mais a necessidade de que eles dessem atenção ao segundo *Pit stop*, respondendo-o paralelamente a suas ações. Entretanto, percebeu-se que os estudantes o responderam após a realização da atividade, não durante o seu desenvolvimento; disso se infere que a monitoração é complexa e que sua adoção pelos estudantes poderá demorar mais tempo que o necessário para os demais elementos metacognitivos.

Quanto ao fato de que nas fichas de observação a monitoração aparece como assinalada positivamente pelos observadores, julga-se que isso decorre do momento em que eles procederam a seus registros, muito provavelmente durante o Questionamento Metacognitivo II. Este questionamento, sendo incluído após a execução da atividade (coleta dos dados), dificulta que os estudantes se deem conta da importância de monitorar de modo paralelo a sua execução.

Flavell, Miller e Miller (1999), ao lembrar a importância de monitorar as ações, enfatizam que esse processo não deve ser cansativo demais para os estudantes, porque prejudica o andamento da tarefa. É um erro, segundo os autores, pensar que ao monitorar cada passo exaustivamente se estará contribuindo para a aprendizagem. Flavell chama a atenção para isso mencionando: “Pensem no transtorno obsessivo, irresponsável, paralisado pela avaliação crítica incessante se seus julgamentos e decisões” (1979, p. 910, tradução nossa). Outro aspecto que Flavell enfatiza é a proximidade da monitoração com as experiências metacognitivas, mostrando que no decorrer de uma tarefa os estudantes podem ter lampejos momentâneos de incerteza ou frustração, levando-os a que revejam suas ações.

Entretanto, e mais próximo dos resultados obtidos para esta subcategoria, pode-se dizer que se constitui na chave para o êxito nas atividades experimentais, uma vez que é pelo acompanhamento das ações que os estudantes conseguem prever possíveis distorções ou equívocos frequentemente presentes nessas atividades, sobretudo na tomada de dados ou na observação dos fenômenos físicos. Esse é um processo de conscientização do que está sendo realizado em relação ao pretendido, o qual busca manter o rumo da tarefa, evitando a identificação somente ao final da atividade de algo que poderia ter sido detectado e corrigido anteriormente. Esse é, enfim, o momento em que o estudante demonstra que está compreendendo o que faz e que tem conhecimento sobre a atividade em estudo.

c) Avaliação

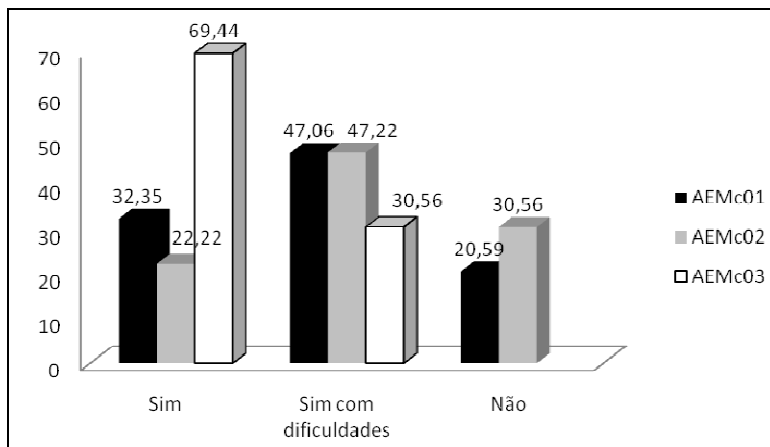


Gráfico 17: **Dados referentes ao elemento avaliação – Fase de viabilidade.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A **avaliação** encontra-se presente na última etapa de uma atividade experimental, tendo por objetivo verificar se os estudantes entenderam o realizado e os meios que adotaram para chegar a ele; se conseguem compreender este resultado e, ainda, se o resultado encontrado responde ao objetivo do estudo.

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

Na primeira atividade, a alternativa *sim* foi assinalada para este elemento com um percentual de 32,35%; na terceira, aumentou para 69,44%, demonstrando a crescente evolução proporcionada pelo modelo de atividades experimentais. O resultado mostra que o modelo é promissor em termos de evocação deste elemento metacognitivo, sendo favorecido pelo modo como foi estruturado na organização dos roteiros-guia.

Os itens 18, 19 e 20 foram os que avaliaram este elemento metacognitivo. O item 18, ao investigar se os estudantes retomam o resultado identificando o modo como executaram, verificando as hipóteses e o objetivo da atividade, obteve 4 (12) registros para a alternativa *sim* na primeira atividade e 9 (12) na última. O item 19, ao investigar se eles avaliam possíveis equívocos ou distorções na atividade, obteve registro para a alternativa *sim* de 1 (12) na primeira atividade e 7 (12) na última. No item 20, ao avaliar se os estudantes apresentavam clareza da atividade realizada e do conhecimento envolvido, o registro para a alternativa *sim* foi de 6 (12) na primeira e 9 (12) na última. Tais resultados demonstram ter havido um crescimento na efetivação deste modo de pensamento.

A avaliação representa o momento de rever o executado e de ponderar sobre os resultados; seu caráter metacognitivo revela a necessidade de que, ao final, o estudante não apenas avalie seus conhecimentos cognitivos, respondendo ao objetivo da atividade, mas retome e identifique a estrutura que o levou a compreender e a executar a atividade. É o momento de identificar e retomar o que foi feito. Nesse sentido, as atividades experimentais foram organizadas de modo a propor aos estudantes uma revisão e uma identificação em suas ações dos seus pensamentos; contudo, os índices de registro para a alternativa *sim* mostram que sua efetivação ainda parece ser pequena, carecendo do desenvolvimento de uma cultura para isso entre eles.

Particularmente, chama a atenção o item 19, ao investigar se os estudantes, diante de possíveis equívocos ou erros, retomam a atividade experimental. Na primeira atividade experimental apenas um estudante obteve registro na alternativa *sim*, demonstrando que a maioria não tem o hábito de retomar o realizado, de discutir os “erros” cometidos e identificar as suas causas. São erros que podem estar vinculados tanto à compreensão do conhecimento como a equívocos na operação da atividade ou equipamento, representando possibilidades de aprendizagem, pois atuam como avanços, progressos e redefinição das ações. É a busca pela clareza do objeto do conhecimento.

Com relação à importância do erro e de sua identificação, destaca-se que na escola o erro é considerado como passível de punição e penalização, levando a que os estudantes o veja como fonte de embaraço ou punição, ao invés de fonte potencial de aprendizagem. Além disso, os métodos sistemáticos de prevenção e correção de erros são raramente ensinados, seja na escola, seja na vida. Desse modo, as atividades experimentais podem atuar como possibilidade de mostrar que o erro, seja como equívoco de conhecimento, seja decorrente de

operação do equipamento, tem seu valor para a aprendizagem, desde que seja retomado e discutido.

Nessa linha, Reif e Larkin lembram que na escola os estudantes apresentam comportamentos decorrentes de suas construções cotidianas, mencionando que, quando

[...] cometem erros de princípios inaplicáveis ou elaboram erroneamente princípios pertinentes, frequentemente atribuem tais erros a deslizes por descuido. Assim, eles veem poucas razões para examiná-los com cuidado, bem como aprender com eles e ajudar a evitar erros semelhantes no futuro. (1991, p. 753, tradução nossa).

A atitude dos estudantes diante dos erros precisa ser retomada pelo professor, considerando-os como uma possibilidade de aprendizagem. O erro precisa levar a novas construções, que, por sua vez, podem ser favorecidas pela identificação da forma como o pensamento foi estabelecido, ou seja, um processo metacognitivo.

Nesse sentido, revela-se que é na avaliação que os estudantes mostram ter aprendido ou não, podendo proceder a uma autoavaliação dos conhecimentos adquiridos, tanto em termos do modo de realizar a atividade experimental como dos saberes específicos. Esse processo se identifica com a tomada de consciência sobre os mecanismos utilizados e as modalidades de pensamento que possibilitaram a elaboração do conhecimento, conduzindo a que sejam transferidos a novas situações de aprendizagem. Por certo, representa uma das situações mais significativas da aprendizagem em Física, identificada com a possibilidade de transferir os novos conhecimentos a situações diferentes das que originaram a sua construção.

Avaliar significa rever o realizado, a fim de identificar os caminhos que permitiram chegar até ali. Com esse intuito é que esse elemento precisa ser explicitado para os estudantes e integrado à organização dessas atividades. A evocação de um pensamento metacognitivo no sentido de revisar, de confrontar resultados com os propósitos iniciais, representa a possibilidade de consolidação de um processo de qualificação da aprendizagem.

Ao findar essa análise dos dados coletados com as fichas de observação, percebe-se que o modelo de AEMc elaborado e testado

neste estudo mostra-se pertinente, porém sua efetivação como mecanismo de ativação do pensamento metacognitivo dos estudantes resulta de outras questões, que vão além da explicitação por parte do professor, mas, conjuntamente com ela, compõem as ações metacognitivas que favorecerão a evocação do pensamento metacognitivo nos estudantes. Essa rápida reflexão, cuja discussão prossegue nas considerações finais deste estudo, remete a outra já inferida nas considerações iniciais, relacionada aos ganhos cognitivos dos estudantes num processo didático guiado pela metacognição. Desde o apresentado nas considerações iniciais, enfatiza-se que este não é o objetivo do presente estudo, pois qualquer proposta de alteração de pensamento demanda um tempo significativo e dificilmente condiz com o previsto para uma tese. Entretanto, mesmo sabendo dessa dificuldade, voltou-se à escola para avaliar os estudantes que haviam participado da pesquisa, tanto em termos da realização de uma nova atividade experimental metacognitiva, como em termos dos conhecimentos específicos relacionados à Física.

5.8 Revisitando a escola

Triviños (1994) assinala que a coleta e análise dos dados possibilitam a busca de novos dados, o que se constrói no decorrer do desenvolvimento da pesquisa. O exposto pelo autor pode ser interpretado como um olhar extensivo sobre o realizado, uma volta ao campo de coleta dos dados para coleta de novos dados, um novo ingrediente à pesquisa, mesmo que não previsto inicialmente.

Imbuindo-se desse pensamento, cinco meses após a realização das atividades experimentais da fase de viabilidade, voltou-se ao mesmo ambiente (escola) no qual haviam sido coletados os dados com o objetivo de obter novos dados, a fim de ampliar as discussões sobre os já obtidos. Dessa forma, investigaram-se novos aspectos igualmente relacionados à evocação do pensamento metacognitivo e diretamente vinculados às atividades experimentais propostas.

A questão a ser pesquisada nesse novo processo voltava-se à busca por identificar indícios sobre possibilidades de ganhos cognitivos nesses estudantes. Para tanto, procedeu-se a duas novas situações para coleta dos dados: realização de uma quarta atividade experimental metacognitiva (AEMc 04) e realização de um teste de conhecimentos específicos vinculado aos conteúdos trabalhados durante o primeiro

semestre, sendo alguns abordados nas três AEMc e outros relacionados aos demais conteúdos desenvolvidos pela professora da turma e não contemplados nas atividades experimentais deste estudo.

Na primeira situação buscou-se verificar aspectos relacionados à estrutura organizacional proposta para as AEMc, avaliados pelas manifestações de possibilidade de evocação do pensamento metacognitivo, segundo indicado pela ficha de observação. A segunda situação buscou verificar se os conhecimentos específicos (Física) trabalhados nas AEMc permaneciam retidos por mais tempo na estrutura cognitiva dos estudantes em comparação aos demais conteúdos trabalhados pela professora da turma. A esta última situação se acrescentou uma comparação entre os estudantes que participaram e os que não participaram da pesquisa na fase de viabilidade.

Para atingir o objetivo de discutir a retenção dos conhecimentos na estrutura cognitiva dos estudantes, tanto os relacionados à AEMc, como os específicos de Física, estrutura-se a presente seção em subseções, as quais descrevem cada uma das novas situações propostas para o estudo.

Ressalta-se que esta etapa da pesquisa tem o intuito de fornecer subsídios que permitam avaliar a validade das atividades experimentais metacognitivas construídas e aplicadas nas etapas anteriores deste estudo. Assim, prima-se pela brevidade nas apresentações, destacando-se o mais relevante, sem omitir dados ou itens que possam prejudicar seu entendimento.

5.8.1 Atividade experimental

A atividade experimental nesta nova etapa foi realizada no segundo semestre de 2010, contando com a participação de quatro dos doze estudantes presentes na etapa anterior²⁴. Os quatro estudantes foram organizados em um único grupo de trabalho, sendo observados por um dos observadores que atuou na fase de viabilidade.

O instrumento para coleta dos dados foi a ficha de observação utilizada na fase de viabilidade (APÊNDICE H). A atividade

²⁴ A escola em que a fase de viabilidade foi realizada é semestral; desse modo, no segundo semestre letivo alguns dos estudantes que participaram da fase anterior não estavam mais na mesma turma, alguns por terem sido reprovados e um por ter se transferido de escola. Diante desse quadro, identificou-se que seis dos doze estudantes estavam na mesma turma de primeiro ano, dos quais quatro se propuseram a participar da pesquisa nesta nova fase.

experimental (AEMc 04), organizada seguindo o modelo em estudo, buscou avançar em relação às demais realizadas na fase anterior, aproximando-se da segunda proposição apresentada no terceiro capítulo. Nessa proposição o objetivo era delegar maior autonomia aos estudantes, transferindo-lhes responsabilidades que anteriormente estavam centrados no professor. O roteiro-guia utilizado pelos estudantes consta do Apêndice J e foi elaborado dentro do assunto em desenvolvimento na programação da professora da turma: “Lei de Hooke: estudo da constante elástica”.

Os resultados desta atividade experimental estão representados a seguir em duas tabelas: a primeira contendo os resultados por item da ficha de observação e a segunda reunindo os percentuais por elemento metacognitivo. Nas tabelas estão incluídos os resultados da fase de viabilidade, como forma de possibilitar uma visualização conjunta dos dados.

A Tabela 7 sistematiza o resultado para o total da amostra investigada para cada item da ficha de observação.

Tabela 7: Resultado por item da ficha de observação para as quatro AEMc.

Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante investigado:

	AEMc 01 ²⁵			AEMc 02 ²⁵			AEMc 03 ²⁵			AEMc 04 ²⁶		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
1. Reconhece o conteúdo ou parte dele com relação a aprendizagens anteriores.	8	3	1	5	5	2	9	1	2	4	--	--
2. Apresenta consciência do objetivo a ser atingido e de que conhecimento precisa para respondê-lo.	6	4	2	3	8	1	6	4	2	4	--	--
3. Encontra-se motivado para realizar a atividade, fazendo inferências sobre os conhecimentos em estudo e sobre o modo de realizar a atividade.	8	2	2	6	3	3	7	1	4	4	--	--
4. Participa da formulação de hipóteses, retomando seus conhecimentos e confrontando-os com as colocações de seus colegas.	3	6	3	4	5	3	10	2	--	4	--	--

²⁵ Referente a doze estudantes.

²⁶ Referente a quatro estudantes.

	AEMc 01			AEMc 02			AEMc 03			AEMc 04		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
5. Avalia seus conhecimentos em função dos necessários para realizar a atividade.	4	5	3	4	6	2	8	3	1	3	1	--
6. Reconhece suas características pessoais diante às necessárias para a atividade.	7	4	1	3	5	4	8	3	1	4	--	--
7. Estabelece comparações entre ações envolvidas na atividade e outras já realizadas.	1	3	8	4	6	2	10	2	--	2	2	--
8. Discute com seus colegas a estratégia para realizar a atividade, estabelecendo comparações com outras já efetuadas ou mesmo com as que seus colegas sugerem.	6	4	2	6	6	--	9	1	2	1	3	--
9. Avalia a estratégia com seus conhecimentos e de seus colegas, ou, mesmo, as avalia em termos dos equipamentos e materiais disponíveis.	7	3	2	9	2	1	8	4	--	3	1	--
10. Planeja as ações tendo como referência seus conhecimentos, a tarefa envolvida e a estratégia a ser utilizada.	8	4	--	9	2	1	7	4	1	2	2	--
11. Leva em consideração na organização da atividade as características pessoais e de conhecimento de seus colegas de grupo.	7	5	--	8	4	--	10	2	--	2	1	1
12. Tem clareza de por onde começar a atividade e do caminho a ser trilhado para chegar ao objetivo da atividade.	8	3	1	6	6	--	7	5	--	2	2	--
13. Confronta a ação em execução e o objetivo pretendido.	5	6	1	7	3	1	6	4	2	3	1	--
14. Avalia se os materiais e equipamentos estão de acordo com o planejado.	5	4	3	3	9	--	11	-	1	3	1	--
15. Realiza questionamentos para o grupo se tudo está de acordo com o previsto ou se há problemas não previstos inicialmente.	5	5	2	5	5	2	8	3	1	2	2	--

	AEMc 01			AEMc 02			AEMc 03			AEMc 04		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
16. Participa das decisões do grupo questionando o que está sendo realizado de forma a revisar as ações executadas, valorizando esta etapa da atividade experimental.	10	1	1	7	4	1	8	3	1	3	1	--
17. Sistematiza os dados coletados tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental.	4	2	6	5	6	1	7	4	1	2	2	--
18. Retoma o resultado encontrado, identificando o modo executado e se este permitiu atingir o objetivo e verificar as hipóteses inferidas no início do estudo.	4	7	1	1	10	1	9	3	--	2	1	1
19. Avalia o resultado em termos de possíveis equívocos ou distorções de conhecimento ou operacionais na execução da atividade experimental.	1	4	5	3	1	8	7	5	--	1	1	2
20. Apresenta clareza do conhecimento adquirido com a realização da atividade experimental e dos meios que o levaram a chegar a este conhecimento.	6	5	1	4	6	2	9	3	--	4	--	--

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A Tabela 8 mostra os resultados da investigação em percentual para cada elemento metacognitivo, cuja indicação entre parênteses se refere ao item da ficha de observação.

Tabela 8: Resultado em percentual para cada elemento metacognitivo nas quatro AEMc.

	AEMc 01 ²⁷			AEMc 02 ²⁷			AEMc 03 ²⁷			AEMc 04 ²⁸		
	S(%)	D(%)	N(%)	S(%)	D(%)	N(%)	S(%)	D(%)	N(%)	S(%)	D(%)	N(%)
Pessoa (1, 2, 3, 4, 5)	48,33	33,33	18,33	36,67	45	18,33	66,67	18,33	15	95	5	--
Tarefa (6, 7)	33,33	29,17	37,50	29,17	45,83	25	30	20,83	4,17	75	25	--
Estratégia (8, 9)	54,17	29,17	16,67	62,50	33,33	4,17	70,83	20,83	8,33	50	50	--
Planificação (10, 11, 12)	63,89	33,33	2,78	63,89	33,33	2,78	66,67	30,56	2,78	50	41,67	8,33
Monitoração (13, 14, 15, 16, 17)	48,33	30	21,66	45,76	45,76	8,48	66,67	23,33	10	65	35	--
Avaliação (18, 19, 20)	32,35	47,06	20,59	22,22	47,22	30,56	69,44	30,56	--	58,33	16,67	25

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Procede-se na continuidade a uma leitura nos dados apresentados, tomando por referência a brevidade destinada a esta etapa. O elemento **pessoa** chamou a atenção pelo avanço significativo em relação às atividades anteriores, revelando que, mesmo passados cinco meses e não sendo mais utilizada com os estudantes esta abordagem metacognitiva para as atividades experimentais, eles demonstraram recorrer a este pensamento, retomando com facilidade seus saberes. Observa-se que praticamente todos os estudantes participaram ativamente do processo de apresentação do conteúdo na pré-teoria, do entendimento do objetivo da atividade, da formulação das hipóteses e da retomada dos conhecimentos necessários para a atividade. E ainda, segundo o item 3 da ficha de observação, os quatro estudantes investigados mostraram-se motivados e interessados pela atividade, situação diferente da observada nas três atividades experimentais anteriores. O envolvimento e a participação com a atividade chamaram a atenção durante sua realização, levando a que ao final houvesse manifestações de desejo de continuá-la.

O elemento **tarefa**, igualmente, apresentou um avanço significativo em relação às atividades experimentais anteriores. Os resultados revelam a identificação dos estudantes em suas estruturas mentais com outras atividades realizadas e o sentimento obtido por

²⁷ Referente a doze estudantes.

²⁸ Referente a quatro estudantes.

conta disso. Por outro lado, a identificação da **estratégia** e a **planificação** da atividade ficaram aquém do esperado. A situação pode ser atribuída à simplicidade da tarefa a ser executada, levando a que os estudantes não discutissem diferentes possibilidades, passando logo à elaboração do procedimento, que nesta atividade lhes estava designado.

Por mais incoerente que pareça ser, uma vez, que se possa pensar que esta deveria ser a atividade em que eles mais debateriam a estratégia e elaborariam o plano de ação, a atividade experimental não levou a que os estudantes discutissem diferentes alternativas para além daquela que se apresentava aos seus olhos.

A **monitoração** deixou a desejar nos resultados, pois, conforme explanado oportunamente, representa algo em que os estudantes encontram dificuldade, já que deve ser feita paralelamente à execução da atividade experimental, exigindo-lhes disciplina, o que dificilmente se consegue em se tratando do Ensino Médio. O ímpeto e a vontade de realizar a atividade certamente estão entre os fatores que concorrem para a dificuldade dos estudantes de monitorar suas ações. Outro fator que pode estar contribuindo para isso é o posicionamento do questionamento metacognitivo, que não favorece a sua utilização para manter os estudantes atentos e acompanhando o que estão fazendo. Por outro lado, percebe-se que os que não conseguiram monitorar totalmente suas ações estão em vias de fazê-lo, já que o percentual restante ficou registrado na alternativa *sim com dificuldades*.

Por fim, na **avaliação** obteve-se um crescente nos registros quando comparado com as duas primeiras AEMc. Entretanto, os relatórios²⁹ revelam que houve momentos de retomada dos conhecimentos e de compreensão do desenvolvido e do resultado encontrado, indicando a possibilidade de evocação do pensamento metacognitivo. Um dos indícios está no fato de que, ao final percebendo que os valores da constante elástica estavam distantes entre si, os estudantes reiniciaram, por livre iniciativa, suas medidas em busca dos possíveis problemas obtidos na realização do procedimento da atividade. Esse processo de retomar, identificar desvios e estabelecer alternativas para trabalhar com os resultados representa um aspecto significativo deste estudo. Corroborando o exposto, tem-se que no último item da ficha de observação o observador assinalou a alternativa *sim* para os

²⁹ Os relatórios entregues pelos estudantes ao final de cada AEMc não foram mencionados como fonte de coleta dos dados, pois, salvo neste momento, revelavam dados que estavam de acordo com as observações realizadas durante as atividades experimentais e com os registros dos observadores.

quatro estudantes, evidenciando o entendimento por eles do que haviam realizado, reiterando a possibilidade de estarem evocando o pensamento metacognitivo.

Finaliza-se essa discussão salientando, mais uma vez, que a reincidência parece ser a mola propulsora para a inserção de uma cultura de pensamento metacognitivo junto aos estudantes, de modo particular nas atividades experimentais desenvolvidas em Física no Ensino Médio. Contudo, a questão dos ganhos cognitivos permanece em aberto na investigação.

5.8.2 Teste de retenção

Sem ter a pretensão de responder de forma direta à questão dos ganhos cognitivos, buscou-se avaliar o papel da metacognição na “durabilidade” dos conteúdos desenvolvidos nas três AEMc. A opção por não denominar isso de ganho cognitivo reside no fato de que, para medir tais ganhos, acredita-se necessitar de um tempo maior de efetivação de uma proposta do que avaliar a “durabilidade” dos conteúdos aprendidos. Em outras palavras, julga-se que cinco meses, tempo que separa a fase de viabilidade do retorno à escola, poderá fornecer indícios para discutir o papel da metacognição na “durabilidade” dos conteúdos.

A importância de verificar a “durabilidade” dos conteúdos diante de uma abordagem metacognitiva apoia-se no fato de que as pesquisas em educação frequentemente relatam que os estudantes muitas vezes esquecem o que aprenderam na escola num período relativamente curto de tempo. A metacognição por estar diretamente vinculada à memória do sujeito, apresenta-se como uma alternativa para aumentar o período de retenção desses conteúdos. Segundo Georghiadis (2004), nas pesquisas educacionais o pensar metacognitivo tem sido uma tentativa de estender a vida útil do conhecimento adquirido pelas crianças.

Nesta investigação verificou-se a “durabilidade” dos conteúdos abordados nas três AEMc em confronto com os demais conteúdos trabalhados pela professora. Ainda, estabeleceu-se uma comparação com outras duas turmas que não haviam participado das atividades

experimentais deste estudo, mas que se encontravam nos mesmos parâmetros dos estudantes envolvidos com a pesquisa.³⁰

O instrumento utilizado foi um teste de conhecimentos com dez questões referentes aos conteúdos trabalhados pela professora durante o primeiro semestre de 2010. Dentre essas questões seis relacionavam-se aos conhecimentos abordados nas AEMc e quatro aos demais conteúdos. (APÊNDICE K).

O teste foi aplicado a onze dos doze estudantes (grupo experimental) que participaram da fase de viabilidade³¹. Ainda, procedeu-se à aplicação do mesmo teste para um universo de sessenta estudantes (grupo controle) de outras duas turmas e que não participaram das AEMc.

Os resultados obtidos com os onze e com os sessenta estudantes envolvidos na nova fase estão representados nas tabelas e nos gráficos a seguir. Inicialmente, apresenta-se uma tabela seguida do seu respectivo gráfico, referindo-se aos resultados do teste com os onze estudantes; na continuidade, novamente uma tabela seguida de gráfico, agora com os resultados obtidos com os sessenta estudantes.

Tabela 9: Resultado da investigação com a aplicação do teste de retenção para os estudantes participantes da fase de viabilidade.

	a	b	c	d	e	Sem assinalar	Percentual de acerto (%) ³²
1	2		4	4	1		18,18
2	3	2	5			1	18,18
3		1		1	6	3	54,55
4	11						100
5		5	4	2			36,36
6	5		1	1		4	45,45
7	1			2	8		72,73
8	1	9				1	81,82
9	3	3	1	2	1	1	18,18
10	6	1	3			1	27,27

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A primeira coluna refere-se ao número da questão no teste; a última coluna, ao percentual de acerto, e as colunas intermediárias, às alternativas assinaladas pelos estudantes. As áreas sombreadas

³⁰ Escolheram-se duas turmas de primeiro ano que não haviam participado do estudo anterior, mas que foram estudantes da mesma professora, com o mesmo conteúdo e que, segundo, a professora, apresentavam rendimento quantitativo (notas) equivalente.

³¹ Um dos estudantes havia mudado de escola.

³² Porcentagem em relação a onze estudantes.

representam a alternativa correta da questão. As questões 1, 2, 9 e 10 referem-se aos conteúdos não abordados nas AEMc e as questões 3, 4, 5, 6, 7 e 8, aos contemplados nestas atividades.

O gráfico a seguir ilustra os percentuais apresentados na tabela, sendo destacadas com cor diferente as colunas relacionadas aos conteúdos de Física presentes nas AEMc.

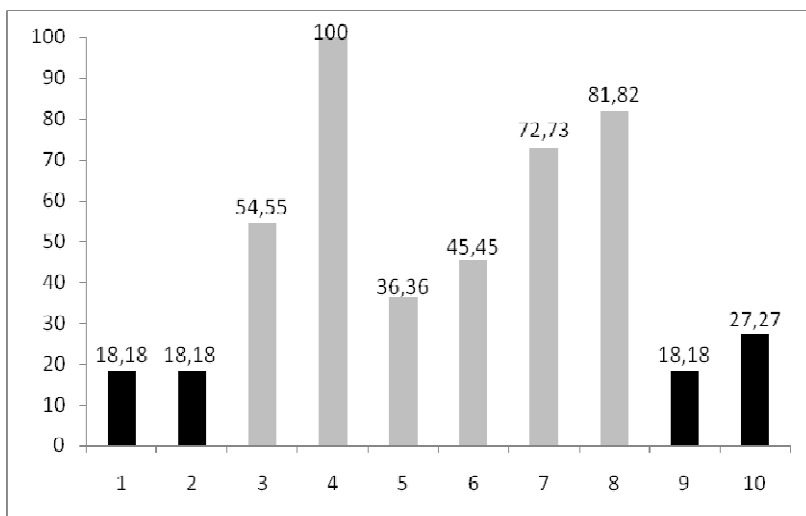


Gráfico 18: Representação dos percentuais de acerto no teste de retenção para os onze estudantes participantes da pesquisa.

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

A Tabela 10 mostra os resultados da investigação em percentual para as questões investigadas com os sessenta estudantes do primeiro ano do Ensino Médio que não participaram da fase de viabilidade.

Tabela 10: Resultado da investigação com a aplicação do teste de retenção para os estudantes não participantes da fase de viabilidade.

	a	b	c	d	e	Sem assinalar	Percentual de acerto (%) ³³
1	6	15	2	8	19	10	10
2	1	2	32	4	12	9	3,33
3	1	25	4	3	6	21	10
4	22	1	6	12	4	15	36,67
5	21	14	10	8	1	6	16,67
6	12	3	8	11	5	21	20
7	0	8	4	5	29	14	48,33
8	4	6	2	23	4	21	10
9	4	18	2	16	5	15	26,67
10	9	9	30	3		9	50

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Da mesma forma que na tabela anterior, a primeira coluna refere-se ao número da questão no teste; a última coluna, ao percentual de acerto, e as colunas intermediárias, às alternativas assinaladas pelos estudantes. As áreas sombreadas representam a alternativa correta da questão.

O gráfico a seguir ilustra os percentuais apresentados na tabela, sendo destacadas com cor diferente as colunas relacionadas aos conteúdos de Física presentes nas AEMc.

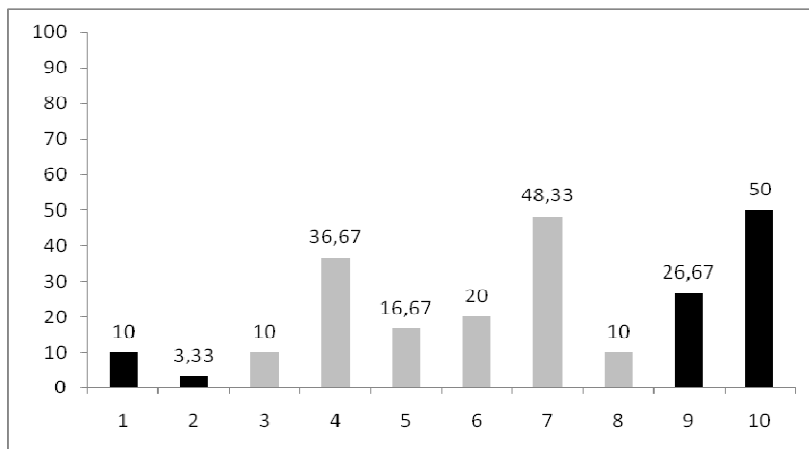


Gráfico 19: Representação dos percentuais de acerto no teste de retenção para os sessenta estudantes não participantes da pesquisa.

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

³³ Percentagem em relação a sessenta estudantes.

Analisando os resultados nas duas tabelas e gráficos, percebe-se que para os estudantes que participaram da fase de viabilidade o índice de acerto das questões é significativamente maior que para os demais estudantes da escola, assim como quando comparado o número de acertos das questões envolvendo os conteúdos abordados nas três AEMc (3, 4, 5, 6, 7, e 8) com as demais questões (1, 2, 9 e 10).

Para melhor visualizar essa diferença apresenta-se o gráfico a seguir, o qual se refere às questões que envolveram os conteúdos abordados na AEMc tanto para o grupo experimental (onze estudantes) como para o de controle (sessenta estudantes).

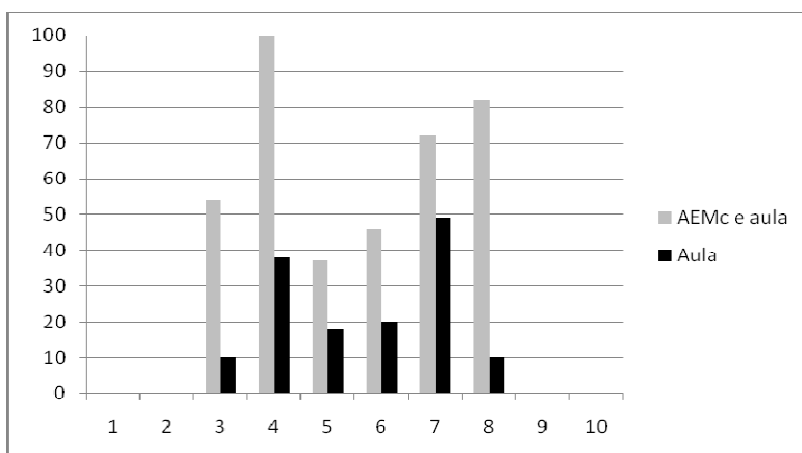


Gráfico 20: **Representação dos percentuais de acerto para as duas amostras investigadas – comparativo.**

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

Mesmo considerando o número de estudantes dos dois grupos significativamente diferentes, a visualização de um ponto de vista mais macro, aponta para uma significativa diferença entre os estudantes pesquisados. Os resultados apresentados na Tabela 9 mostram que as pontuações alcançadas pelos tidos como experimentais foram consistentemente maiores do que aqueles obtidos pelo grupo tido como de controle. As diferenças são indícios de que a proposição metacognitiva possibilita a retenção dos conhecimentos por um período maior de tempo que a abordagem tradicional (conteúdo expositivo em sala de aula). Os conhecimentos em cinemática trabalhados nas AEMc parecem estar mais presentes na memória de longo prazo neste grupo experimental do que no de controle.

O Gráfico 20, por sua vez, permite constatar o apresentado por Bazin e Gired (1999) e por Georghiades (2004) em suas investigações com estudantes do ensino fundamental, de que, quando trabalhados os conteúdos segundo uma abordagem metacognitiva, os rendimentos aumentam significativamente. Por outro lado, é preciso considerar que a pesquisa descrita nesta etapa da tese refere-se a um recorte intencional, mas não previsto desde o início do estudo, apresentando-se limitada pelo número de sujeitos envolvidos e pelo contingente não devidamente preparado para este teste. Contudo, seus resultados são indicativos dos benefícios da evocação do pensamento metacognitivo para a aprendizagem em Física, favorecendo a retenção dos saberes específicos por um maior período de tempo. Assim, conforme destaca Georghiades (2004), os resultados devem ser considerados como “sinais” ao invés de “provas”, pois resultados mais confiantes só podem derivar de pesquisas longitudinais com amostras maiores.

Por fim, destaca-se que os dados coletados nesta última etapa da pesquisa abrem uma nova possibilidade de estudos envolvendo a metacognição, a qual pode, por meio de abordagens didáticas metacognitivas, ser investigada em termos da retenção dos saberes na estrutura cognitivas dos estudantes (“durabilidade”). Os resultados aqui apresentados, somados aos anteriores (fase de viabilidade), apontam que a utilização da metacognição no sistema educacional é pertinente, contudo carece do entendimento de que sua eficácia apoia-se no exercício da prática. Assim, infere-se que a eficiência da metacognição no processo ensino-aprendizagem parece ser mais uma questão de tempo e de hábito, de mudança de pensamento e de ação, do que de dificuldades em recorrer e utilizar essa forma de pensamento. Por isso, o treino, a reincidência, passa a ser o melhor caminho para sua efetivação no processo de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É chegado o momento de proceder a um olhar crítico à pesquisa realizada, de expor objetivamente os seus avanços e limitações, apontando caminhos para os que dela vierem a se servir. Em termos pessoais, é um apagar e acender de luzes, redefinindo a busca por responder à indagação sobre as possibilidades de qualificar as atividades experimentais desenvolvidas em Física.

Em caráter de retrospectiva inicio mencionando que as escolhas feitas diante do problema a ser respondido apontaram para uma trilha cheia de desafios num terreno desconhecido, o qual pouco tinha em comum com meu processo formativo, intensificando, assim, a aridez do limite a ser vencido. Adentrar em uma área como a metacognição não representou apenas me³⁴ lançar em um campo de escassas investigações, como ficou evidenciado ao longo do trabalho, ou distante de minha atuação profissional, mas também a uma complexa rede de divergências e contradições que precisariam ser depuradas para se constituírem num referencial de pesquisa. E assim procedi ao buscar em Flavell, emérito por seu pioneirismo e sua relevância, um apoio teórico que me permitiu aproximar a metacognição das atividades experimentais, aventando a possibilidade de torná-las potencialmente mais significativas para a aprendizagem em Física.

A pesquisa, mesmo ao se embrenhar por uma área polêmica e obscura, encontrou sólidos referenciais, que acenavam para uma possível aproximação com as atividades experimentais, justificando que se tornasse objeto de investigação. Os estudos dos psicólogos John Hurley Flavell, Henry M. Wellman e Ann Lise Brown, embora voltados, especificamente, para temas oriundos de suas áreas de formação, mostraram-se passíveis de aproximações com as atividades experimentais, sob um olhar mais didático para a metacognição.

Assim, ao “beber em outra fonte” busquei extrapolar os limites já investigados e fazer novas aproximações, aventando-se por horizontes ainda não explorados com as atividades experimentais. O ineditismo, as dificuldades que a área da psicologia representa e a polissemia do termo “metacognição” na literatura, podem ser

³⁴ A fim de tornar o tom da escrita mais pessoal, opto, nesta parte do texto, pelo emprego da primeira pessoa do singular.

considerados os maiores obstáculos da pesquisa, constituindo-se no grande desafio a ser vencido neste estudo.

Durante o desenvolvimento do texto, procurei dissertar sobre a possibilidade de a metacognição atuar como mecanismo potencializador da aprendizagem em Física nas atividades experimentais. Minha escolha pela metacognição decorreu dos resultados promissores apontados nas pesquisas, segundo as quais proporciona aos estudantes condições para que compreendam, concomitantemente, os conhecimentos específicos das disciplinas escolares e os meios que os levaram a entender esses conhecimentos. A metacognição, assim estabelecida, oferece aos estudantes a possibilidade de “aprender como aprender”, repercutindo em uma habilidade individual para identificar, representar, planejar e avaliar determinado problema, que poderá ser uma situação de aprendizagem.

Esse mecanismo de envolver o pensamento metacognitivo é apontado como o diferencial entre os estudantes *experts* e os novatos em Física, conforme destacado ao longo deste estudo. A identificação por parte dos estudantes dos seus conhecimentos e, sobretudo, a tomada de consciência proporcionada pelo pensamento metacognitivo levam a que os estudantes considerados bem-sucedidos dediquem mais tempo ao pensar antes de agir. De fato, as pesquisas em psicologia cognitiva têm revelado que os avaliados como *experts* dedicam um tempo maior à identificação do problema ou da atividade proposta, diante dos seus esquemas de pensamento e da seleção da estratégia e da planificação necessárias para sua realização, em comparação aos considerados novatos, supostamente com dificuldades de aprendizagem. (STENBERG, 2000).

Diante dessa concepção de metacognição como mecanismo diferencial de pensamento entre os estudantes, avantei a possibilidade de sua agregação às atividades experimentais, inferindo a questão central deste estudo: é possível incluir momentos explícitos do pensamento metacognitivo nas atividades experimentais? Tendo consciência da metacognição como um terreno arenoso, que ao ser utilizado em uma investigação requer cuidado, busquei demarcar o território para sustentar a proposta de inserção explícita dessa forma de pensamento nas atividades experimentais. Para tanto, vislumbrei no conceito de Flavell, na especificidade de seus estudos com Wellman e nas teses proferidas por Brown uma possibilidade de estabelecer os “elementos metacognitivos” (pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação) a serem agregados às atividades experimentais.

Entretanto, esse referencial não foi suficiente para a identificação do conceito e dos elementos metacognitivos que encontram eco nas atividades experimentais, tornando necessário ir além e desvendar os aportes teóricos implicados nessa associação. Desse feito resultou um conjunto de aspectos elucidados nos dois primeiros capítulos e retomados a seguir. Eis a metacognição nos moldes como foi concebida neste estudo:

- encontra-se no plano da consciência, por se tratar de sua intencionalidade no processo ensino-aprendizagem;
- fundamenta-se na psicologia cognitiva;
- vincula-se, direta e incondicionalmente, tanto à cognição como à afetividade;
- no contexto educacional, representa uma estratégia de aprendizagem que precisa estar agregada aos conteúdos das disciplinas curriculares e fazer parte da ação do professor.
- encontra-se presente, enquanto estratégia, nas pesquisas em mudança conceitual e no diferencial entre os estudantes considerados *experts* e os *novatos*.

Esses apontamentos sintetizam os resultados provenientes da revisão de literatura, sobretudo os aspectos mais diretamente vinculados à metacognição, os quais ofereceram suporte e reforçaram a escolha dos seis elementos metacognitivos aludidos anteriormente e tidos como atributos da investigação. Evidentemente, outras noções estiveram presentes nos estudos realizados, porém não são aqui citadas por limitações textuais e pelo fato de sua relação com o objeto de investigação ter se dado em menor escala.

A escolha dos elementos metacognitivos não ocorreu ao acaso, senão pela percepção de que se encontravam em consonância com os passos presentes na estrutura de uma atividade experimental, a qual poderia ser potencializada mediante essa aproximação. No entanto, precisava-se desenvolver uma proposta que explicitasse essa forma de pensamento, mostrando a viabilidade da aproximação. Para a elaboração desse modelo, denominada “AEMc”, houve a necessidade de elucidar a concepção de atividades experimentais que sustentaria o novo modelo construído. Para tanto, recorri aos estudos de Pinho-Alves (2000), deles partindo para fundamentar no construtivismo o novo modelo de atividades experimentais, que se estruturou em três etapas, assim designadas: “pré-experimental”, “experimental” e “pós-experimental”.

A primeira etapa envolveu discussões teóricas sobre os conhecimentos em estudo na forma de pré-teoria, elucidação dos

objetivos da atividade, apresentação dos equipamentos e materiais, formulação de hipótese e discussões do procedimento para a execução da atividade. Nessa fase, os elementos metacognitivos identificados como possíveis de serem potencializados foram: pessoa, tarefa, estratégia e planificação.

A etapa experimental, por sua vez, destinou-se à execução do procedimento, com a respectiva coleta dos dados. Nessa fase, o elemento metacognitivo presente foi a monitoração, representando o acompanhamento permanente do fazer, de modo a entender o que se faz e por que se faz.

A etapa posterior, identificada como pós-experimental, buscou destinar um tempo significativamente maior que o habitualmente dado nas atividades experimentais tradicionais para revisar e consolidar o processo de construção dos conhecimentos. Essa etapa, por corresponder ao final da atividade experimental, foi estruturada de modo a possibilitar que os estudantes retomassem o que haviam feito e, com base nisso, organizassem a apresentação dos seus resultados. O elemento metacognitivo potencializado nessa fase foi a avaliação, identificado pela reflexão sobre o objetivo proposto e o procedimento realizado, permitindo que os estudantes tomassem consciência do executado e refletissem sobre o conhecimento envolvido e os mecanismos utilizados nesse processo.

A operacionalização das AEMc mostrou-se pertinente pelo acompanhamento de um roteiro-guia, o qual, sendo estruturado nessa mesma direção, serviu de suporte para estabelecer os momentos de evocação do pensamento metacognitivo. Durante a pesquisa, o papel desempenhado por esse roteiro-guia passou de secundário a principal, representando, ao lado das fichas de observação – a serem comentadas mais adiante –, um dos produtos teóricos do estudo realizado.

Os roteiros-guia elaborados para as AEMc após a avaliação de sua versão preliminar no teste piloto foram ampliados e utilizados nas demais fases, permitindo-me concluir, quanto ao seu caráter favorecedor da evocação do pensamento metacognitivo, importantes aspectos que os qualificam dentro do estudo.

Inicialmente, a utilização de uma linguagem menos formal, com expressões mais próximas dos estudantes, facilitou o diálogo com eles estabelecido, mostrando-se como uma possibilidade de mantê-los atentos à atividade. O segundo ponto a ser mencionado é o discurso utilizado nesses roteiros-guia, que, ao demarcar as funções do professor e dos estudantes durante a atividade, proporcionou a estes momentos de autonomia de ação. Nesse sentido, quando se deseja que o estudante

tenha um autoconhecimento e uma regulação de suas ações, torna-se imprescindível delegar-lhe funções e responsabilidades, possibilitando que ele tome iniciativas e proceda a escolhas de modo fundamentado, não limitando suas ações aos comandos do professor.

A inserção de momentos iniciais na forma de pré-teoria e a possibilidade dos estudantes formularem hipóteses atuaram como molas propulsoras da ativação do pensamento metacognitivo. O pensar possibilita extrapolar o cognitivo e caminhar na direção do metacognitivo, favorecendo a ativação da memória, vinculada tanto a sentimentos pessoais, quanto a conhecimentos específicos dos conteúdos curriculares, ou, mesmo, à tarefa proposta.

Outro aspecto que se mostrou promissor nos roteiros-guia foi o encaminhamento dado à etapa pós-experimental, que possibilitou aos estudantes avaliarem o realizado e confrontarem seus resultados com o objetivo proposto e as hipóteses aferidas. Essa retomada favorece a identificação por parte dos estudantes dos mecanismos que são ativados na execução da atividade, o que corresponde a um pensar metacognitivo.

Por fim, dentre os pontos que poderiam ser elencados no roteiro-guia como favoráveis à evocação do pensamento metacognitivo, um, particularmente, atuou de forma direta nessa evocação: os questionamentos metacognitivos. Esses, inseridos em bloco, com quadro destaque, e guiados pelo personagem *Cérebro*, proporcionaram momentos de parada para reflexão acerca da ação, atuando de maneira decisiva para estimular o pensamento metacognitivo. No desenvolvimento de uma tarefa, esse pensamento pode se mostrar presente em todo e qualquer momento, porém nem todos os estudantes conseguem evocá-lo. Assim, os *Pit stops* serviram para, explicitamente, trazer à tona essa forma de pensar, contribuindo para a efetivação do pensamento metacognitivo, cuja evocação representa um movimento interno da estrutura mental dos sujeitos, por isso difícil de ser verificado ou avaliado por outrem. Entretanto, sabe-se que a maioria dos estudantes se utiliza de expressões verbais e/ou corporais como forma de expor seu pensamento, mostrando-os na “pele” e, portanto, tornando-os facilmente perceptíveis aos outros.

Essa identificação característica nos jovens, possibilitou a utilização da ficha de observação preenchida por observadores externos como instrumento para a coleta de dados. Essa ficha, especialmente construída para o presente estudo, constituiu-se, pois, em seu segundo produto. Diante do objetivo proposto para a investigação, salienta-se que essa ficha permitiu vislumbrar os momentos em que a proposta em

estudo potencializava a evocação do pensamento metacognitivo, sem, contudo, permitir detectar em que nível ou quantidade isso ocorria, ou, até mesmo, se de fato esse pensamento estava sendo evocado. Desse modo, tal instrumento possibilitou detectar manifestações do comportamento dos estudantes identificados com a evocação do pensamento metacognitivo durante a realização das AEMc.

Não obstante, os dados coletados com esse instrumento nas condições especificadas fomentaram os provenientes do conjunto de ações direcionadas à evocação do pensamento metacognitivo desenvolvidas na pesquisa, levando a estruturar respostas ao questionamento deste estudo.

De maneira geral, com base nas respostas fornecidas pelas fichas de observação, é possível afirmar que o modelo de AEMc é pertinente à possibilidade de que os estudantes evoquem o pensamento metacognitivo durante a realização dessas atividades. Entendo o termo “pertinente” como viável, possível ou favorável para estabelecer momentos de evocação desse pensamento, dele fazendo uso a fim de lograr benefícios para a aprendizagem. Os resultados identificados como relevantes podem ser sintetizados no que segue.

O fator motivação parece ter sido o responsável por aproximar ou afastar o estudante do desenvolvimento da atividade experimental e, por conseguinte, da possibilidade de evocar o pensamento metacognitivo. Os registros foram enfáticos ao evidenciar essa relação, pois, conforme relatado no quinto capítulo, estudantes que não se mostraram motivados no início da atividade, igualmente, não esboçaram manifestações capazes de serem identificadas como evocação do pensamento metacognitivo. Portanto, a motivação precisa ser considerada na evocação do pensamento metacognitivo e, ainda, no caso das atividades experimentais, é preciso avaliar que essas, por si só, não são motivadoras para todos os estudantes.

A formulação de hipóteses assumiu papel relevante no modelo de AEMc pois possibilitou que os estudantes recuperassem, em sua estrutura cognitiva, conhecimentos e experiências passadas, característicos do pensamento metacognitivo. As hipóteses atuaram como fundamentais para estimular a construção dos novos conhecimentos e para estabelecer um sentimento em relação a esse saber ou à tarefa a ser realizada.

Ainda, os resultados das fichas de observação apontaram que o fato de serem explicitadas as estratégias e o procedimento a ser utilizado não inibe as manifestações de evocação do pensamento metacognitivo para esses elementos, ao contrário do que se poderia cogitar. Isso mostra

que, em uma atividade experimental, o ato de explicitar o procedimento não impede que os estudantes realizem processos de busca em sua estrutura cognitiva, ativando seu pensamento metacognitivo. A questão é que enquanto, no modelo tradicional, o procedimento aparece como algo estanque, com passos bem definidos, no novo modelo ele dialoga com os estudantes, buscando levá-los à identificação do porquê de proceder de uma ou de outra maneira.

A avaliação atuou como retomada de conhecimentos, mostrando a importância de verificar o que fora realizado, identificando e averiguando as escolhas feitas e as razões dessas escolhas. Foi o momento da tomada de consciência sobre os mecanismos utilizados e as modalidades de pensamento que possibilitaram a elaboração do conhecimento, conduzindo a que sejam transferidos a novas situações de aprendizagem, conforme mencionado no quinto capítulo.

Os resultados revelados pelas fichas são complementados pela observação durante as diferentes fases da pesquisa empírica, que, embora não sejam considerados instrumento de coleta de dados propriamente dito, mostram-se profícuas, de acordo com o que evidenciam o quarto e o quinto capítulos, especialmente o descrito na subseção denominada “Prática da AEMc”. Das observações registradas, menciono a diferença entre os estudantes participantes do teste piloto, em comparação com os da fase de viabilidade. O primeiro grupo encontrava-se familiarizado com a realização de atividades experimentais, ainda que segundo o modelo tradicional, o que repercutiu no teste piloto em uma participação efetiva desde o início da atividade experimental. Por sua vez, o outro grupo de estudantes mostrou-se inibido e com dificuldades para estruturar suas ações desde o começo da atividade, revelando-se mais propenso a isso somente na terceira AEMc e, posteriormente, na fase de retorno à escola. A interação entre os membros do grupo também chamou a atenção, uma vez que os estudantes do teste piloto discutiam e confrontavam opiniões de forma mais intensa que os da fase de viabilidade.

Com base nessa constatação, infiro 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.

A monitoração da ação e do pensamento foi outro aspecto que ganhou relevo na pesquisa. O ato de monitorar a si próprio revelou-se como um grande desafio para os estudantes, ainda que os registros dos observadores não tenham apontado essa dificuldade como um fator significativo. Percebi claramente que os estudantes de ambas as fases, ao receberem o equipamento didático, sentiam-se instigados a realizar a atividade, representando algo difícil (tortuoso!) respeitar o tempo de chegar a sua execução. Tal fato se intensificava no momento de executar o procedimento, relegando a um plano secundário a questão de monitorar e revisar o percurso. O imediatismo dos estudantes e a falta de autocontrole comprometem diretamente a potencialidade da AEMc, pois, conforme procurei mostrar neste estudo, para lograr êxito nessas atividades é preciso destinar um tempo significativamente grande às etapas anterior e posterior à execução do procedimento. Por tudo isso, conscientizar os estudantes de que o melhor método consiste em, primeiro, entender o que deverá ser feito e, só depois, executar a ação representa uma árdua tarefa para os professores.

Ainda em razão desse imediatismo, a etapa pós-experimental (conclusão) chamou a atenção, principalmente na fase de viabilidade, em cujas duas primeiras atividades os estudantes limitaram suas participações a responder ao proposto pelo roteiro-guia, pouco participando do momento final de explanação dos resultados. Entretanto, na última AEMc o envolvimento foi significativamente maior, demonstrando que a persistência do professor para a apreciação dessa etapa constitui a saída para que os estudantes passem a valorizá-la.

Chegando ao final desse “passeio” pela pesquisa realizada, é importante destacar que o modelo proposto se mostrou potencialmente significativa para proporcionar momentos de evocação metacognitiva. Todavia, o teste de retenção realizado posteriormente à viabilidade indicou que ele ultrapassa essa possibilidade, proporcionando que os estudantes retenham por mais tempo o conhecimento em sua estrutura cognitiva. Isso representa, portanto, embasamento satisfatório para inferir que o modelo pode proporcionar ganhos cognitivos.

Como último “suspiro” desta tese, destaco que a opção por desenvolver uma investigação que incluísse uma proposta didática efetiva teve por pressuposto a necessidade de extrapolar a identificação dos problemas que constituem o ensino de Física, ofertando ao professor possibilidades de intervenção. A aplicação em sala de aula de fundamentos teóricos tem se constituído num desafio para os investigadores, mas representa uma necessidade para a comunidade escolar. Entendo que é preciso ir mais longe que a constatação de um

problema, ou seja, é preciso mostrar as possibilidades reais e concretas de ação.

Lembram Megid e Pacheco (1998) que os resultados das pesquisas muitas vezes se mantêm distantes do professor. Afinal, não basta simplesmente transferi-los para a sala de aula; é necessário que o educador – caso não tenha participado efetivamente da sua produção e análise – os circuncie e os transforme de acordo com sua realidade escolar, a realidade de seus estudantes e as suas convicções metodológicas, políticas e ideológicas.

A intenção deste estudo é, ao seu final, fomentar essa aproximação, proporcionando uma proposta efetiva de intervenção didática, de modo a subsidiar metodologicamente os professores, cabendo-lhes proceder às adaptações pertinentes à sua prática. Evidentemente, tenho consciência de que nem todas as atividades propostas servem a todos os estudantes, tampouco representam a solução para todos os problemas de ensino e de aprendizagem em Física, até porque não há uma única boa maneira de ensinar, assim como não há uma única solução para as dificuldades de aprendizagem presentes em uma sala de aula.

O que pretendo é fornecer subsídios e possibilidades para contribuir na busca por amenizar algumas dessas dificuldades, instigando os professores a considerarem o pensamento metacognitivo como favorecedor da aprendizagem. Certamente, nem todos os estudantes lograrão proveito dessa associação, ou dela precisarão para compreender os conhecimentos em Física. Acredito, no entanto, que uma grande parcela deles mudará suas atitudes diante do processo de aprendizagem sob a ativação de seu pensamento metacognitivo. A eles, então, é que este trabalho se destina!

Quanto aos professores, importa destacar que a maioria deles, especialmente na área de Física, não obteve em seu processo formativo conhecimentos no campo da metacognição, o que dificulta a sua utilização como recurso pedagógico. Mesmo sem o contato direto com essa forma de pensamento, muitas vezes, como lembram Lafortune e Saint-Pierre, os professores apresentam consciência da sua relevância na aprendizagem, mas não dispõem de meios pedagógicos e didáticos para colocá-la em prática. Por isso a importância de se oferecer “um banco de ideias, que poderão adaptar à sua disciplina, à sua classe e, sobretudo, à sua personalidade”. (1996, p. 14).

Por conta do processo formativo dos professores, é preciso considerar que os cursos de graduação podem representar o veículo de qualificação do ensino de Física na Educação Básica. É nele que os

estudantes, futuros professores, constroem seu modo de ensinar, estabelecendo os referenciais pedagógicos e didáticos mencionados por Lafortune e Saint-Pierre (1996). Nele é possível intervir e incluir novas alternativas de ensinar e aprender Física, preparando os profissionais para as mudanças que urgem como fundamentais no sistema educacional, particularmente no ensino de Física. No caso do modelo desenvolvido para este estudo, especificamente com relação à utilização do pensamento metacognitivo como meio para aprender (e ensinar) Física, entendo ser necessário sua inclusão nesse processo formativo, pois acredito que, assim, ele passará a fazer parte da ação didática do professor.

Para concluir esta investigação deixo registradas algumas, dentre várias, possibilidades de continuidade, diretamente vinculadas aos resultados deste estudo: uma pesquisa que investigue por um período maior de tempo que o efetivado neste estudo atividades experimentais sob a orientação metacognitiva, possibilitando verificar, efetivamente, os ganhos cognitivos dos estudantes; um estudo que inclua objetivos afetivos nas AEMc; investigações que estabeleçam outras possibilidades didático-metodológicas, que favoreçam a evocação do pensamento metacognitivo durante a realização das atividades experimentais em Física no Ensino Médio; pesquisas que direcionem o estudado nesta tese a outros níveis de escolarização.

Por certo, outras questões surgirão em decorrência deste estudo, uma vez que foi o primeiro nessa linha. Espero que esta pesquisa se desdobre em novas investigações, para o que convido colegas (os que acreditam na metacognição!) para auxiliar nas tarefas que se apresentarão como desdobramentos desta pesquisa.

Afinal, a metacognição é o reconhecimento pelo indivíduo do seu modo de pensar, possibilitando o maior domínio mental possível sobre si mesmo, cuja consequência resulta em maior autorregulação emocional e comportamental, o que não é útil apenas às tarefas escolares, mas à vida. É preciso considerar, contudo, que o conhecimento de si é o mais difícil dos conhecimentos; por isso, a escola precisa auxiliar seus estudantes nessa tarefa, deixando de ser apenas um local onde se adquirem os conhecimentos historicamente construídos pelo homem e, também, oferecendo-lhes a oportunidade de cada um conhecer a sua maneira de pensar e de aprender!

REFERÊNCIAS

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.

AMALDI, Ugo. *Imagens da Física: as ideias e as experiências do pêndulo aos quarks*. Tradução de Fernando Trotta. São Paulo: Scipione, 1995.

AMARAL, Ivan Amorosino do. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*, v. 3, p. 10-15, 1997.

ANDRADE, Beatriz L. de; ZYLBERSTAJN, Arden; FERRARI, Nadir. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio: pesquisa em educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 1-11, dez. 2002.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lucia Vital. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

ARRUDA, Sérgio de Mello; LABURÚ, Carlos Eduardo. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, Roberto (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras Editora, 1998. p. 53-60.

BACHELARD, Gaston. *O novo espírito científico*. Tradução de Juvenal Hahne Júnior. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1968.

_____. *Filosofia do novo espírito científico*. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. Lisboa: Presença, 1972.

_____. *O racionalismo aplicado*. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

_____. *A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBERÁ, Oscar; VALDÉS, Pablo. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BARDIN, Laurence. *A análise de conteúdo*. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004.

BAZIN, Anne; GIRED, Robert. A metacognição, um apoio ao sucesso dos alunos da escola primária. In: GRANGEAT, Michel (Coord.). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Tradução de Teresa Maria Estrela. Porto, Portugal: Porto Editora, 1999. p. 61-91.

BOADAS, Elena. La enseñanza estratégica de las ciencias naturales. In: MONEREO, Carles (Coord.). *Ser estratégico y autónomo aprendiendo: unidades didácticas de enseñanza estratégica*. Barcelona: Graó, 2001. p. 107-143.

BORGES, Oto; COELHO, Geide Rosa; JÚLIO, Josimeire Meneses. Avaliando a aprendizagem atendendo às dimensões individuais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005, Rio de Janeiro, *Anais...* São Paulo: SNEF, 2005.

BORGES, Tarcisio. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

BRANSFORD, John; BROWN, Ann L.; COCKING Rodney R. *How people learn: Brain, Mind, experience and school*. Washington: National Academy Press for National Research Council, 1999.

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

BROWN, Ann L. Theories of memory and the problems of development: activity, growth and knowledge. 1977. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED144041.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2007.

_____. 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.

_____. Metacognitive development and reading. In: SPIRO, Rand J.; BRUCE, Bertram C.; BREWER, William (Eds.). *Theoretical issues in reading comprehension: perspectives from cognitive psychology, linguistics, artificial intelligence and education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1980. p. 453-479.

_____. Metacognition: the development of selective attention strategies for learning from text. In: SPIRO, Rand J.; BRUCE, Bertram C.; BREWER, William (Eds.). *Theoretical models and processes of reading*. International reading association: Deleware, 1985. p. 285-301.

_____. 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.

_____. Transforming school into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*, v. 52, p. 399-413, 1997.

_____.; CAMPIONE, Joseph C.; DAY, Jeanne D. Learning to learn: on training students to learn from texts. *Educational Researcher*, v. 10, p. 14-21, 1981.

_____. et al. Learning, remembering, and Understanding. In: MUSSEN, Paul H.; FLAVELL, John H.; MARKMAN, Ellen M. (Eds.). *Handbook of child psychology cognitive development*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1983. v. 3, p. 77-166.

BRUNER, Jérôme Seymour. *Le développement de l'enfant, savoir faire, savoir dire*. Paris: Presses Universitaires de France, 1987.

COLEONI, Enriqueta; BUTELER, Laura. Recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 371-383, 2008.

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

_____. ; OTERO, José C. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

CARVALHO FILHO, José Ernani Carneiro. Aprender é superar obstáculos: aprendizagem na perspectiva bachelardiana. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru, SP. *Atas...* Belo Horizonte: ABRAPEC, 2005.

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

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

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

CRESPO, Nina Maria. La metacognición: las diferentes vertientes de una teoría. *Signos*, Chile, v. 33, n. 48, p. 97-115, 2004.

CUNHA, Ana. *As ciências físico-químicas e as técnicas laboratoriais de física: uma análise comparativa de programas, manuais e opiniões de professores e de alunos*. 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Minho, Gualtar, 2002.

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

DOLY, Anne-Marie. Metacognição e mediação na escola. In: GRANGEAT, Michel (Coord). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Tradução de Teresa Maria Estrela. Porto, Portugal: Porto Editora, 1999. p. 17-59.

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

_____. Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2003. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/446Couceiro.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2006.

FLAVELL, John Hurley. First discussant's comments: what is memory development the development of? *Human Development*, n. 14, p. 272-278, 1971.

_____. The development of inferences about others. In: MISCHEL, Theodore (Ed.). *Understanding other persons*. Oxford: Basil Blackwell and Mott, 1974. p. 66-116.

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

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

_____. Discussion. In: STERNBERG, Robert J. (Ed.). *Mechanisms of cognitive development*. New York: Freeman, 1984. p. 27-56.

_____. Développement métacognitif. In: BIDEAUD, Jacqueline; RICHELLE, Marc (Eds.). *Psychologie développementale: problèmes et réalités*. Bruxelles: Pierre Mardaga, 1985. p. 29-41.

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

_____. The development of children's understanding of false belief and the appearance-reality distinction. *International Journal of Psychology*, v. 28, n. 5, p. 595-604, oct. 1993.

_____.; 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.

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

GARCIA, Jorge Guerra. Metacognición: definición y enfoques teóricos que la explican. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, México, v. 6, n. 2, jun. 2003.

GARCÍA-ARISTA, Eduardo; CAMPANARIO, Juan Miguel; OTERO, José C. Influence of subject matter setting on comprehension monitoring. *European Journal of Psychology of Education*, v. 11, n. 4, p. 427-441, 1996.

GARNER, Ruth. Metacognition and executive control. In: RUDELL, Robert; SINGER, Harry (Eds.). *Theoretical models and processes of reading*. Newark, Delaware: International Reading Association, 1994. p. 715-732.

GASPAR, Alberto. *Museu e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico*. 1993. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

_____. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, 15, 2007. Disponível em: <http://plato.if.usp.br/2-2007/fep0358d/texto_5.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2010.

_____.; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GEORGHIADES, Petros. Making pupils' conceptions of electricity more durable by means of situated metacognition. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 1, p. 85-99, 2004.

GIACONI, Enriqueta. ¿Qué son las guías de aprendizaje? *Revista Electrónica Educrea*, Santiago de Chile, n. 7. Disponível em: <http://www.educrea.cl/revista/html/ediciones/revista_10/03_dimensiones.php - 25k - 2008-07-22>. Acesso em: 29 jul. 2008.

GIL-PÉREZ, Daniel et al. Defesa do construtivismo: que entendemos por posições construtivistas na educação em ciência? In: CACHAPUZ, António et al. (Orgs.). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005. p. 109-126.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciencias. *Química Nova na Escola*, v. 10, nov. 1999.

GLASER, Robert; CHI, Michelene T. H. Overview. In: _____.; _____.; FARR, Marshall J. (Eds.). *The nature of expertise*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. p. XV-XXVIII.

GONZÁLEZ, Fredy E. Acerca de la metacognición. *Revista Paradigma*, 1996. Disponível em: <<http://www.revistaparadigma.org.ve/Doc/Paradigma96/doc5.htm> >. Acesso em: 20 mar. 2007.

GUNSTONE, Richard; NORTHFIELD, Jeff. Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, v. 16, n. 5, p. 523-537, sept./oct. 1994.

HACKER, Douglas J. Definitions and empirical foundations. In: _____.; DUNLOSKY, John; GRAESSER, Arthur. *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1998. p. 1-23.

HADJI, Charles. *Avaliação desmistificada*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

HEWSON, Peter W.; THORLEY, N. Richard. The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 5, p. 541-553, 1989.

HODSON, Derek. A critical look at practical work in school Science. *School Science Review*, v. 70, n. 256, p. 33-40, 1990.

_____. Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 7, p. 755-760, 1996.

HOFFMANN, Jussara. *Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade*. 14. ed. Porto Alegre: Mediação, 1998.

JALLES, Cristina Marcia Caron Ruffino. *O efeito de instruções sobre estratégias metacognitivas de crianças pré-escolares em solução de problemas geométricos: um estudo exploratório*. 1997. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

JAPIASSÚ, Hilton. *Revolução científica moderna: de Galileu a Newton*. São Paulo: Letras & Letras, 1997.

JOU, Graciela Inchausti de. *As habilidades cognitivas na compreensão da leitura: um processo de intervenção no contexto escolar*. 2001. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

KING, Alison. Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, v. 3, n. 3, p. 307-317, 1991.

KUNG, Rebeca Lippmann; LINDER, Cedric. Metacognitive activity in the physics student laboratory: is increased metacognition necessarily better? *Metacognition Learning*, v. 2, n. 1, p. 41-56, 2007.

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

LANCIOTTI, Julia Salinas. *Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios*. 1994. Tese (Doutorado) – Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universita de Valencia, Spain, 1994.

LARKIN, Jill H. The role of problem representation in physics. In: GENTNER, Dedre; STEVENS, Albert L. (Eds.). *Mental Models*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1983. p. 75-98.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MARCHESI, Álvaro; MARTIN, Elena. Desarrollo Metacognitivo y Problemas de Aprendizaje. In: _____. ; COLL, Cesar; PALÁCIOS, Jesús (Orgs.). *Desarrollo psicológico y educación*. 2. ed. Madrid: Alianza Editorial, 1990. Tomo II. p. 35-47.

MARTÍ, Eduardo. Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, n. 72, p. 9-32, 1995.

MAYOR, Juan; SUENGAS, Aurora; GONZÁLEZ MARQUÉS, Javier. *Estratégias metacognitivas: aprender a aprender e aprender a pensar*. Madrid: Síntese, 1995.

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

MILLAR, Robin. Towards a role for experiment in the science teaching laboratory. *Studies in Science Education*, v. 14, p. 109-118, 1987.

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

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

MOREIRA, Marco Antonio. *Diagramas V no ensino de física*. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1996.

_____. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

_____. ; GRECA, Ileana María. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*, Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

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

NOËL, Bernardette. *La métacognition*. Bruxelles: De Boeck Université, 1991.

NOVAIS, Anabela Lobo Marques; CRUZ, Maria Natália Anes da. *O ensino e o desenvolvimento das capacidades metacognitivas*. Aprender a pensar. Lisboa: Projecto Dianóia, 1987.

NOVAK, Joseph D. *Matérias de pesquisa em ensino de física: estratégias metacognitivas para ajudar alunos a aprender a aprender*. 1989. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7718/7089>>. Acesso em: 6 abr. 2008.

OGBORN, Jon. A vulgar science curriculum. In: _____; JENNISON, Brenda (Eds.). *Wonder and delight: essays in science education in honor of the life and work of Eric Rogers*. London: Institute of Physics Publishing, 1994. p. 19-29.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. *Vygotsky. Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1999.

OLIVEIRA, Renato José de. *A escola e o ensino de ciências*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2000.

O'NEIL, Harold F.; ABEDI, Jamal. Reliability and validity of a state metacognitive inventory: potential for alternative assessment. *The Journal of Educational Research*, v. 89, n. 4, p. 234-245, 1996.

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.

_____. The relationship between academic achievement and metacognitive comprehension-monitoring ability of spanish secondary school students. *Educational and Psychological Measurement*, v. 52, n. 2, p. 419-430, 1992.

_____.; CAMPANARIO, Juan Miguel. Comprehension evaluation and regulation in learning from science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 5, p. 447-460, 1990.

PARIS, Scott G.; WASIK, Barbara A.; TURNER, Julianne C. The development of strategic readers. In: BARR, Rebeca et al. (Eds.). *Handbook of reading research*. New York: Longman, 1991. v. 2. p. 609-640.

PAROLO, María Eugenia; BARBIERI, Liliana M.; CHROBAK, Ricardo. La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 22, n. 1, p. 79-92, 2004.

PAZ, Alfredo Müllen da. *Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo*. 2007. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PIAGET, Jean. *A tomada da consciência*. Tradução de Edson Braga de Souza. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

_____. *Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre regulações orgânicas e os processos cognoscitivos*. Tradução de Francisco M. Guimarães. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

PINHEIRO, Terezinha de Fátima. *Sentimento de realidade, afetividade e ensino de ciências*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PINHO-ALVES, Jose. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PINTRICH, Paul R. et al. The development of strategic readers. In: BARR, Rebecca. *Handbook of reading research*. New York: Longman, 1991. v. 2. p. 609-639.

POZO, Juan Ignacio. Estrategias de aprendizaje. In: MARCHESI, Álvaro; COLL, Cesar; PALÁCIOS, Jesús (Orgs.). *Desarrollo psicológico y educación*. 2. ed. Madrid: Alianza Editorial, 1990. Tomo II. p. 199-221.

_____. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, p. 513-520, 1999.

PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel. A hipótese e a experimentação científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. In: CACHAPUZ, António et al. (Orgs.). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005. p. 93-105.

PSILLOS, Dimitris; NIEDDERER, Hans. Issues and questions regarding the effectiveness of labwork. In: _____.; _____. (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 21-30.

REGO, Teresa C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

REIF, Frederick; LARKIN, Jill H. Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 28, n. 9, p. 733-760, 1991.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v16n1/16802.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2006.

ROSA, Carmes Ana Batistella. *Atividades de ótica exploradas no ensino médio através de reflexões epistemológicas com o emprego do V de Gowin*. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

ROSA, Cleci T. Werner da. *Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas*. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.

_____. ; ROSA, Álvaro Becker da. A teoria histórico-cultural e o ensino de física. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2004. Disponível em <<http://www.rieoei.org/deloslectores/654Werner108.PDF>>. Acesso em: 12 out. 2007.

_____.; PINHO-ALVES, Jose. Ferramentas didáticas metacognitivas: alternativas para o ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11, 2008, Curitiba. *Atas...* São Paulo: SBF, 2008.

_____.; _____. A dimensão metacognitiva na aprendizagem em física: relato das pesquisas brasileiras. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 3, p. 1117-1139, 2009.

SANTOS, Bettina Steren dos. Vygotsky e a teoria histórico-cultural. In: LA ROSA, Jorge de (Org.). *Psicologia e educação: o significado do aprender*. 7. ed. Porto Alegre: EDIPUCS, 2003. p. 122-147.

SILVA, Adelina Lopes da; SÁ, Isabel de. *Saber estudar e estudar para saber*. Porto: Porto Editora, 1993. (Coleção Ciências da Educação).

SILVA, Ilton Benoni da. *Inter-relação: a pedagogia da ciência – uma leitura do discurso epistemológico de Gaston Bachelard*. Ijuí: Editora Unijuí, 1999. (Coleção Fronteiras da Educação).

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

STERNBERG, Roberto J. *Psicologia cognitiva*. Tradução de Maria Regina Borges Osório. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SUTHERLAND, Peter. *O desenvolvimento cognitivo actual*. Tradução de Zaira Miranda. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

SWANSON, Lee H. Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, v. 82, n. 2, p. 306-314, jun. 1990.

THORPE, Karen. Metacognition and attribution for learning outcome among children in the primary school. *Educational Review*, v. 15, n. 1, p. 6-8, 1991.

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

UGARTETXEA, Josu. Motivación y metacognición, más que una relación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, v. 7, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.uv.es/RELIEVE/>>. Acesso em: 18 fev. 2006.

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

_____. *Pensamento e linguagem*. Tradução de Jeferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999b.

WEINERT, Franz E. Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In: _____; KLUWE, Rainer (Orgs.). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, 1987. p. 1-16.

WEINSTEIN, Clair E.; MAYER, Richard. The teaching of learning strategies. In: WITTROCK, Merlin C. (Ed.). *Handbook of research on teaching: a project of the research association*. 3. ed. New York: MacMillan Publishing Company, 1986. p. 315-327.

WHITE, Richard T. Metacognition. In: KEEVES, John P. (Ed.). *Educational research, methodology and measurement: an international handbook*. Oxford: Pergamon Press, 1990. p. 70-75.

_____.; GUNSTONE, Richard. *Probing understanding*. London: The Falmer Press, 1992.

ZIMMERMAN, Barry J. Theories of self-regulated learning and academic achievement: an overview and analysis. In: _____.; SCHUNK, Dale H. (Eds.). *Self-regulated learning and academic achievement: theoretical perspectives*. 2. ed. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. p. 1-35.

ZULIANI, Silvia Regina Quijadas Aro; ÂNGELO, Antonio Carlos Dias. A utilização de estratégias metacognitivas por alunos de química experimental: uma avaliação da discussão de projetos e relatórios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. *Atas...*, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Termo de Consentimento

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
Doutoranda: Cleci Teresinha Werner da Rosa
Orientador Dr. José de Pinho-Alves Filho

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____,
concordo em participar voluntariamente do estudo sobre atividades
experimentais no ensino de Física, dentro de uma abordagem
metacognitiva.

Estou ciente de que os dados obtidos neste estudo poderão
ser utilizados em futuras publicações, desde que meu anonimato e o
sigilo da autoria de minhas respostas sejam garantidos.

Passo Fundo, 22 de abril de 2010.

APÊNDICE B

Ficha de observação utilizada na fase de sondagem

APÊNDICE C

Roteiro da atividade experimental utilizada na fase de sondagem

Relatório de Física

Título: **ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA**

Prática n^o: 23

Data: ___/___/08

Objetivo:

Quantificar a energia do tipo elástica transferida pela mola para o objeto.

Material:

Suporte, mola e peso.

Procedimento:

- Medir a massa de um objeto para pendurá-lo na mola (converta para Kg).
- Medir o comprimento inicial da mola (converta para metro).
- “Pendure” o peso na mola e anote o alongamento (em metros).
- Determinar o valor da constante elástica da mola k (em N/m)
- Com a fórmula $E_{pe} = k \cdot \frac{x^2}{2}$, obter o valor da Energia potencial elástica da mola.

Cálculos:

Ilustração:

Conclusão:

APÊNDICE D

**Dados coletados pelas fichas de observação por grupo investigado
na fase de sondagem**

Dados coletados - Fase Sondagem

Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante investigado apresenta

	A			B			C			D		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
1. Identificação de que há um problema a ser resolvido.	2	2		1	3		3	1		2	2	
2. Interesse em resolver o problema.	2	2		3	1		3	1		4		
3. Explicitação/discussão do que foi entendido sobre o problema.		2	2		1	3		2	2		3	1
4. Avaliação do conhecimento necessário para resolver o problema X conhecimento disponível.		3	1	2	2		1	1	2	1	2	1
5. Pesquisa referente às possíveis dificuldades.		1	3		2	2		1	3			4
6. Entendimento do tipo de tarefa a ser desenvolvida.		4		2	2		2	2			4	
7. Entendimento de como e por onde começar.		4			4			4			4	
8. Identificação da melhor estratégia para resolver o problema.			4			4			4			4
9. Decisão de resolver o problema proposto.	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
10. Organização do grupo de acordo com características pessoais.			4			4			4			4
11. Planejamento de como resolver.		1	3		3	1			4			4
12. Planejamento sobre as atribuições de cada membro do grupo.			4			4			4			4

	A			B			C			D		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N
13. Retomada constante do objetivo a ser alcançado.		2	2		4			4			2	2
14. Avaliação dos equipamentos necessários e dos disponíveis para a realização da atividade.		2	2		2	2		2	2		2	2
15. Identificação de possíveis desvios na coleta dos dados.			4			4			4			4
16. Confronto do resultado com o objetivo proposto.			4			4			4			4
17. Confronto do resultado diante das discussões teóricas.		1	3		1	3		1	3		1	3
18. Análise de fatores que interferiram no resultado.			4			4			4			4

APÊNDICE E

Ficha de observação utilizada no teste piloto

APÊNDICE F

Roteiro-guia utilizado no teste piloto

ENERGIA MECÂNICA

Estudo de sistemas conservativos e dissipativos de energia mecânica.

Fase pré-experimental

Questionamentos iniciais:

- O sistema é conservativo ou dissipativo?
- Para a esfera realizar o *looping* há uma posição mínima na qual ela deverá ser abandonada?
- Se a esfera for abandonada a mesma altura da parte superior do *looping*, ela o completará?
- Quais as formas de energia mecânica a serem consideradas neste estudo?
- A velocidade no ponto mais alto do *looping* é zero?

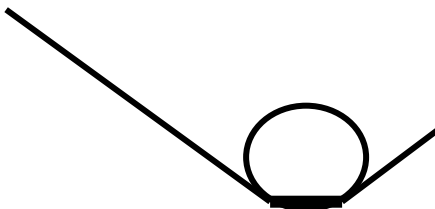
Hipóteses iniciais:

Conhecimentos prévios:

Procedimento:

1. Explicação geral da atividade pelo professor sobre a montagem, objetivo e execução da atividade.

Montagem



Objetivos:

- Obter a dissipação de energia mecânica por atrito.
- Desprezando esta perda, determinar a velocidade com que a esfera passa pelo ponto “C” (considerar a energia mecânica no ponto inicial como a mesma na saída do sistema)

2. Discussão e seleção do procedimento a ser adotado.

3. Questionário metacognitivo I (respondido pelo grupo antes de iniciar a atividade)
 - a. A atividade proposta pelo professor foi compreendida por todos?

 - b. Há dúvidas em relação aos conhecimentos necessários à realização da atividade?

 - c. Todos estão interessados em resolvê-la?

 - d. Houve planejamento das ações a serem executadas para resolver o problema proposto foram planejadas?

 - e. Os equipamentos e materiais necessários para a realização da atividade experimental estão disponíveis e acessíveis ao grupo?

 - f. Todos estão cientes de suas responsabilidades na execução da atividade experimental?

7. Questionamento metacognitivo III

- a. Como foi realizada esta atividade?

- b. Algo poderia ter sido realizado de forma diferente?

- c. Os resultados permitem elaborar explicações plausíveis para a atividade desenvolvida?

- d. É possível transpor esta linha de pensamento a outras situações?

- e. Qual o significado do resultado encontrado?

Pós-Experimental

Apresentação do resultado para o grupo

APÊNDICE G

**Dados coletados pelas fichas de observação por grupo investigado
no teste piloto**

Dados coletados - Teste Piloto

Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante

	B			C			D		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N
1. Apresenta clareza referente ao objetivo a ser alcançado.	10	1	-	10	2	-	12	-	-
2. Entende o que deverá ser feito.	7	4	-	11	1	-	11	1	-
3. Mostra-se interessado por sua realização.	9	2	-	10	2	-	11	1	-
4. Participa da elaboração das hipóteses de estudo.	6	2	3	7	2	3	10	-	2
5. Identifica e retoma os conhecimentos prévios.	8	1	2	6	2	4	10		2
6. Pesquisa e discute com os colegas possíveis dificuldades.	3	3	5	7	2	3	5	-	7
7. Apresenta entendimento do tipo de tarefa.	9	2	-	8	4	-	12	-	-
8. Discute e identifica a melhor estratégia a ser utilizada.	2	4	5	5	3	4	11	1	-
9. Tendo necessidade, busca esclarecer suas dúvidas.	7	3	1	10	-	2	12	-	-
10. Planeja o desenvolvimento.	6	5	-	8	3	1	12	-	-
11. Organiza as atividades do grupo em função de critérios claros.	1	1	9	8	1	3	12	-	-
12. Acompanha mentalmente o procedimento adotado.	8	3	-	7	-	5	12	-	-
13. Avalia os equipamentos e materiais necessários diante dos disponíveis.	9	1	1	7	4	1	12	-	-
14. Questiona a si ou a seus colegas sobre o andamento e execução do proposto.	8	3	-	3	1	8	11	-	1
15. Retoma constantemente o objetivo a ser alcançado.	3	4	4	4	2	6	6	-	6
16. Esforça-se para realizar até o fim a atividade.	7	3	1	8	2	2	11	-	1
17. Seleciona e organiza as informações relevantes para atingir o objetivo proposto.	6	1	4	9	3	-	11	1	-

	B			C			D		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N
18. Identifica possíveis desvios na coleta de dados.	8	1	2	5	3	4	11	-	1
19. Ao final, retoma o objetivo a fim de confrontá-lo com o resultado obtido.	7	2	2	5	2	5	6	-	6
20. Apresenta clareza no entendimento do resultado encontrado.	8	2	1	6	2	4	3	1	8

APÊNDICE H

Ficha de observação utilizada na fase de viabilidade

APÊNDICE I

Roteiros-guia utilizados na fase de viabilidade

ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE FÍSICA – 1º ANO – AEMc 01

1. Vamos conversar sobre o movimento dos objetos representados nas figuras, anotando o que pode ser identificado em comum, segundo as discussões do grupo.

Avião em voo



www.tvcanal13.com.br/fotos/avião01.jpg

Movimento da esteira



<http://www.ge-ip.com/pt/MajorBottler>

2. Continuando a discussão sobre movimento, vamos desenvolver uma atividade experimental referente ao **movimento de uma bolha de ar dentro de um tubo contendo óleo.**

3. Para conhecer o equipamento e os materiais, faça um desenho identificando-os.

4. Para estudar o comportamento da velocidade da bolha de ar dentro do tubo de vidro contendo óleo, vamos pensar e discutir o seguinte: **a velocidade dessa bolha de ar se mantém constante durante todo seu percurso ou sofre alteração (aumenta ou diminui)?**

5. De quais conhecimentos precisamos para determinar a velocidade da bolha?

6. Temos de pensar como fazer antes de iniciar! Prestem atenção nas questões abaixo, discutindo-as em seu grupo.

- a) Como fazer a bolha iniciar o movimento?
- b) Para saber se a velocidade é constante ou variável, é preciso verificar a velocidade da bolha em pequenos trechos de deslocamento, ou basta saber a velocidade média percorrida ao longo do tubo?
- c) Considerando que vocês tenham optado por saber a velocidade em pequenos trechos, quais as grandezas físicas que precisam ser determinadas para isso?
- d) Como organizar o grupo? Discutam como fazer para que um de vocês registre o tempo (t); outro, a posição (S) e terceiro faça as anotações. (Atenção! tudo deve ser simultâneo)
- e) Chegando ao consenso de quem fará o quê, vamos pensar como fazer. A sugestão é que vocês verifiquem a posição da bolha a cada cinco segundos de movimento; assim, o responsável por verificar o tempo assinala quando passar cinco e o responsável pela leitura da posição da bolha “canta” essa posição para o terceiro fazer a anotação.
- f) Tudo precisa ser registrado em uma tabela, para que ao final possa ser determinado o valor da velocidade da bolha de ar nos trechos correspondentes (a cada cinco segundos).
- g) **CALMA!** Ainda não é hora de iniciar. Pensem sobre de onde (posição “ S ”) vocês deverão iniciar a contagem do tempo (acionar o cronômetro).

h) Para ter mais segurança nas medidas, repitam, no mínimo, três vezes o procedimento, anotando cada posição na tabela, e depois obtenham o “S” médio.

7. Primeiro *PIT STOP!* Para ver se entenderam tudo e depois realizar a atividade, reflitam sobre seus conhecimentos e os necessários para desenvolver a atividade; pensem e discutam **oralmente** entre vocês as questões apresentadas pelo nosso amigo *Cérebro*. Caso haja necessidade, chamem a professora.

- ✓ *Qual o tema em estudo nesta aula? (Do que estamos falando?)*
- ✓ *Vocês entenderam a atividade e estão interessados em realizá-la?*
- ✓ *Sentem-se seguros para iniciar ou é preciso rever algum conhecimento (conceito, fórmula, etc.) ou o procedimento?*
- ✓ *Já realizaram alguma atividade semelhante?*
- ✓ *A tática de realizar uma atividade de modo que todos tenham de trabalhar em conjunto (simultaneamente) é algo familiar ou uma novidade?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais de que irão precisar estão disponíveis ao grupo?*
- ✓ *Há um planejamento sobre como desenvolver a atividade? (Quem vai fazer o quê, por onde começar, como registrar os resultados, etc.)*



8. Começando a atividade

Para iniciar a atividade voltem e leiam atentamente o item 6, lembrando de fazer, no mínimo, três tomadas de valores para a posição da bolha (S1, S2, S3) antes de registrar a definitiva (S média) na tabela.

ATENÇÃO! Após a primeira tomada de valores (S1), reflitam sobre o que está sendo feito, debatendo oralmente as questões apresentadas no segundo *Pit stop* logo abaixo. **Façam isso antes de continuar a atividade!**

Tabela

T (s)	S1 (cm)	S2 (cm)	S3 (cm)	S médio (cm)	V (cm/s)
0					
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

Retomem e anotem a fórmula da velocidade média:

Utilizem outra folha para os cálculos.

9. Segundo PIT STOP! Pensem sobre como está andando a atividade. Para isso respondam oralmente às questões abaixo:

- ✓ *Estão compreendendo o que está sendo feito?*
- ✓ *Tudo está funcionando de acordo com o previsto?*
- ✓ *Todos estão cientes de suas responsabilidades na atividade e sabem como proceder?*
- ✓ *O planejamento do grupo para a realização da atividade está funcionando?*
- ✓ *O modo como o grupo está procedendo possibilitará chegar ao objetivo pretendido?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais necessários estão de acordo com o previsto inicialmente e serão suficientes para realizar a atividade?*



10. Conversando sobre os resultados

a) O resultado encontrado para as velocidades em cada trecho foi o esperado pelo grupo?

b) O movimento da bolha de ar pode ser considerado um movimento de velocidade constante?

c) Justificando a resposta anterior, registrem as conclusões do grupo.

11. Terceiro PIT STOP. Estamos chegando ao final da atividade e, para isso, é importante dialogar **oralmente** com nosso amigo **Cérebro**.

- ✓ *Tendo de contar a alguém sobre a aula, vocês se sentiriam em condições de descrever o que foi feito e o resultado encontrado?*
- ✓ *Tudo funcionou legal na atividade?*
- ✓ *Na opinião de vocês, algo poderia ter sido feito de forma diferente? Utilizando outro procedimento, por exemplo?*
- ✓ *Os resultados encontrados permitem responder ao objetivo da atividade?*
- ✓ *Qual o significado do resultado? Era o esperado pelo grupo?*



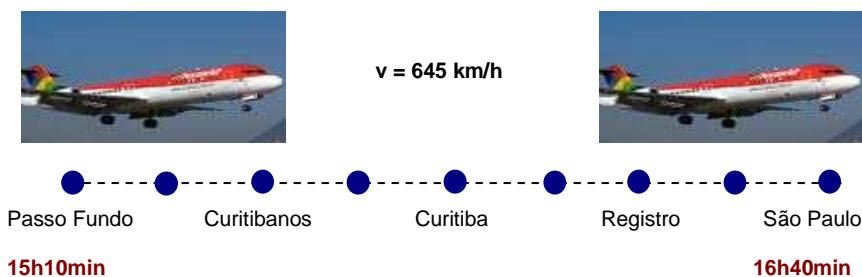
12. Ao concluir a atividade, pensem em um nome para ela, registrando-o no espaço abaixo.

13. O que os outros grupos encontraram?

Chegou a hora de discutirem com seus colegas o que encontraram, justificando seus resultados. Porém, para isso aguardem o momento em que a professora vai retomar a atividade e solicitar que cada grupo faça sua explanação. Após, registrem os comentários finais da atividade realizada.

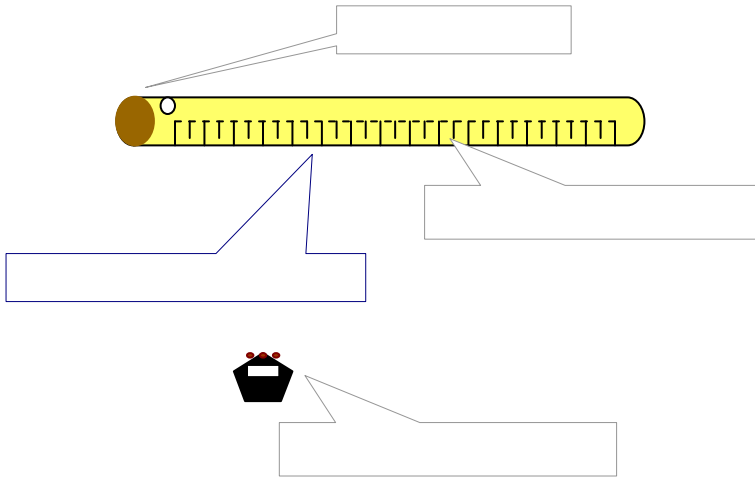
ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE FÍSICA – 1º ANO – AEMc 02

1. Lembrem-se do que discutimos sobre o movimento dos aviões, cuja velocidade permanece constante durante um período. A partir disso vamos conversar sobre o voo que sai de Passo Fundo com destino a São Paulo diariamente. (Imagem: www.submarinoviagens.com.br/oceanair.html)



2. Pensando na situação anterior, vamos discuti-la em termos do movimento da bolha de ar dentro do tubo de vidro. O que queremos (objetivo) é traçar dois gráficos: um representando a posição da bolha (S) em função do tempo de movimento (t) e outro representando a velocidade (v) desta bolha em função do tempo (t).

3. Para desenhar esses gráficos vamos utilizar os mesmos materiais e equipamentos da aula anterior, acrescentando a régua e o papel milimetrado. Como vocês já os conhecem, escrevam abaixo os respectivos nomes.



4. Antes de desenhar os gráficos vamos pensar nas possibilidades destes desenhos (*hipóteses*). Eles serão retas (horizontal, vertical ou inclinada?) ou curvas (viradas para cima ou para baixo?)

5. De quais conhecimentos vamos precisar para desenhar estes gráficos?

6. Pensando sobre como fazer antes de iniciar!

Atenção: Não é para realizar a atividade experimental ainda. Apenas pensar e definir com os colegas sobre as questões que seguem.

a) Como fazer para verificar a velocidade da bolha?

- b) Quem vai fazer o quê na atividade?
- c) Que cuidados vocês devem ter para obter essa velocidade? (Inclinação do tubo de vidro, ponto inicial para contagem dos tempos, etc.)
- d) Hoje vocês vão escolher de quanto em quanto tempo irão obter a posição da bolha (2 em 2s; 3 em 3s; 5 em 5; etc.). Porém, devem lembrar que os valores da tabela serão os utilizados na construção dos gráficos. Por isso é conveniente haver, no mínimo, dez valores de tempo.

7. Primeiro PIT STOP! Verifiquem se entenderam tudo antes de realizar a atividade. Para isso pensem sobre o que precisam saber e o que será necessário para a atividade. Pensem e discutam **oralmente** entre vocês as questões apresentadas pelo nosso amigo *Cérebro*. Caso algo não esteja entendido pelo grupo, chamem a professora.

- ✓ *Qual o tema em estudo nesta aula? (Do que estamos falando?)*
- ✓ *Vocês entenderam a atividade e estão interessados em realizá-la?*
- ✓ *Sentem-se seguros para iniciar ou é preciso rever algum conhecimento (conceito, fórmula, etc.) ou o procedimento?*
- ✓ *Lembram-se da atividade realizada na aula anterior?*
- ✓ *Desenvolver uma atividade relacionada diretamente à anterior é algo que já haviam feito?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais de que irão precisar estão disponíveis ao grupo?*
- ✓ *Há um planejamento sobre como desenvolver a atividade? (Quem vai fazer o quê, por onde começar, como registrar os resultados, etc.)*



8. Realizando as medidas

Para iniciar a atividade é preciso ter realizado as escolhas mencionadas no item 6. Assim, o grupo deverá definir a inclinação do tubo, os intervalos de tempo em que irão fazer o registro das posições e quem vai fazer o que no grupo.

Na tabela abaixo devem ser feitas as anotações sobre o tempo, a posição da bolha e as velocidades nos intervalos de tempo indicados.

Vamos à atividade para preencher a tabela!

Tabela

T (s)	S (cm)	V (cm/s)

Retomem e anatem ao lado a fórmula da velocidade média:

9. Segundo PIT STOP! Pensem sobre como está andando a atividade antes de desenhar o gráfico, respondendo **oralmente** ao que segue.

- ✓ *Estão compreendendo o que está sendo feito?*
- ✓ *Tudo está funcionando de acordo com o previsto?*
- ✓ *Todos estão cientes de suas responsabilidades na atividade e sabem como proceder?*
- ✓ *O planejamento do grupo para a realização da atividade está funcionando?*
- ✓ *O modo como o grupo está procedendo possibilitará chegar ao objetivo pretendido? Vocês sabem qual é esse objetivo?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais necessários estão de acordo com o previsto inicialmente e serão suficientes para realizar a atividade?*



10. Construindo os gráficos

Com a tabela preenchida e o **segundo PIT STOP** pensado e discutido, chegou a hora de desenhar os gráficos. Para fazer façam o seguinte:

- a) Cada aluno desenha os seus gráficos na folha de papel mimimetrado utilizando os valores da tabela (item 8)
- b) Tendo dificuldades em desenhá-los recorram ao discutido no início da atividade (item 5).

Aos gráficos!

11. Conversando sobre os resultados

Depois de desenhar os gráficos, vocês julgam que eles estão de acordo com as possibilidades discutidas no item 4?

S x t _____
V x t _____

12. Terceiro PIT STOP. Estamos chegando ao final da atividade e, para isso, dialoguem oralmente com nosso amigo *Cérebro*.

- ✓ *Tendo de contar a alguém sobre a aula, vocês se sentiriam em condições de descrever o que foi feito e o resultado encontrado?*
- ✓ *Tudo funcionou legal na atividade?*
- ✓ *Na opinião de vocês, algo poderia ter sido feito de forma diferente? Utilizando outro procedimento, por exemplo?*
- ✓ *Os resultados encontrados permitem responder ao objetivo da atividade?*
- ✓ *Qual o significado do resultado? Era o esperado pelo grupo?*



13. Ao concluir a atividade, pensem em um nome para ela, registrando-o no espaço abaixo.

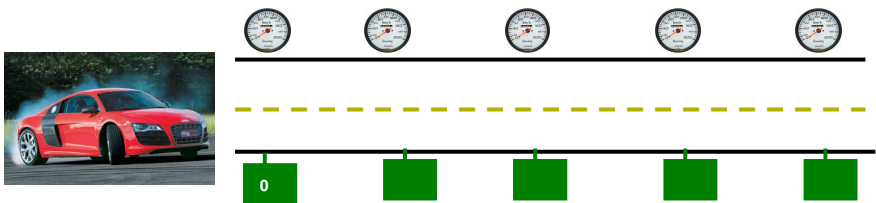
14. O que os outros grupos encontraram?

Chegou a hora de discutirem com seus colegas o que encontraram, justificando seus resultados. Porém, para isso aguardem o momento em que a professora vai retomar a atividade e solicitar que cada grupo faça sua explanação. Após, registrem os comentários finais da atividade realizada.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE FÍSICA – 1º ANO – AEMc 03

1. Segundo a revista Quatro Rodas, o novo modelo AUDI R8 5.2 v10 FSI vai de 0 a 100 Km/h em 4.4 segundos, o que significa dizer que ele apresenta uma aceleração média de $6,3 \text{ m/s}^2$.

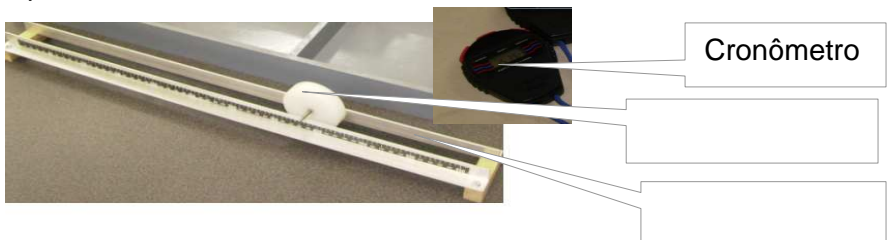
Além da aceleração e considerando que ela se mantenha constante, os valores apresentados pela revista permitem fazer projeções sobre a posição e a velocidade deste carro ao longo de uma estrada.



Fonte: <http://quatrorodas.abril.com.br/carros/testes/audi-r8-5-2-v10-fsi-quattro-539786.shtml>

2. O que vamos fazer na aula de hoje é semelhante ao conversado anteriormente, simulando o movimento de um carro ao longo de uma estrada. Porém, de forma diferente que o apresentado para o Audi R8, no nosso estudo experimental partiremos da leitura das posições que ele ocupa de tempos em tempos para obter a velocidade em cada tempo considerado. O objetivo é estudar o comportamento dessa velocidade com o passar do tempo.

3. Para atingir esse objetivo vamos utilizar os materiais e equipamentos que irão representar o nosso AUDI viajando. Na foto abaixo indiquem nos balões quem será o AUDI e onde está a pista.



4. Antes de realizar atividade temos de pensar sobre as possibilidades de como essa velocidade irá se comportar (hipóteses): se aumenta, se diminui ou se fica igual. Para isso vamos analisar a demonstração que a professora fará sobre o movimento do rolete ao longo do trilho.

A partir do visualizado, vocês julgam que a velocidade do rolete se mantém constante ou sofre alteração ao longo do percurso?

5. De quais conhecimentos vamos precisar para determinar as velocidades?

6. Pensando sobre como fazer antes de iniciar!

Atenção: Não realizem a atividade experimental ainda. Apenas pensem e definam com os colegas as questões que seguem relativas ao preenchimento da tabela da posição em função do tempo de movimento.

Como vocês já realizaram duas atividades semelhantes, busquem recordá-las relatando a seus colegas os procedimentos anteriores. Para isso, discutam com seus colegas:

- a) Como fazer para o rolete se movimentar?
- b) Como realizar as leituras de posição e tempo?
- c) Como organizar o grupo para fazer a atividade (quem faz o que?)
- d) Onde e como anotar os dados obtidos?

E ainda, como obter a velocidade partindo das leituras de posição e tempo? Bem, essa questão será objeto de discussão do item que segue ao primeiro *Pit Stop*.

7. Primeiro PIT STOP! Pensem sobre o que sabem antes de iniciar atividade, respondendo **oralmente** ao que segue.

- ✓ Qual o tema em estudo nesta aula? (Do que estamos falando?)
- ✓ Vocês entenderam a atividade e estão interessados em realizá-la?
- ✓ Sentem-se seguros para iniciar ou é preciso rever algum conhecimento (conceito, fórmula, etc.), ou o procedimento, ou mesmo chamar a professora para algum esclarecimento?
- ✓ Lembram-se da atividade realizada na aula anterior?
- ✓ Os equipamentos e materiais de que irão precisar estão disponíveis ao grupo?
- ✓ Há um planejamento sobre como desenvolver a atividade? (Quem vai fazer o quê, por onde começar, como registrar os resultados, etc.)



8. Preenchendo a tabela – parte I

Vamos inverter a tabela: no lugar de colunas vamos colocar os valores nas linhas.

Vocês devem preencher a linha relativa à posição (S) ocupada pelo rolete (nosso AUDI R8) a cada três segundos de movimento (t).

Atenção: Os valores da velocidade serão determinados no item 10 e depois preenchidos na tabela.

Tabela

t (s)	0	3	6	9	12	15	18	21	25	28	31
S (cm)											
V (cm/s)											

Preenchida a linha das respectivas posições (S)? Ótimo, então ao segundo *Pit Stop!*

9. Segundo PIT STOP! Pensem sobre como está andando a atividade antes de preencher a segunda parte da tabela. Para este pensar, respondam **oralmente** ao que segue.

- ✓ *Estão compreendendo o que está sendo feito?*
- ✓ *Por que acham que estão compreendendo?*
- ✓ *Tudo está funcionando de acordo com o previsto?*
- ✓ *Todos estão cientes de suas responsabilidades na atividade e sabem como proceder?*
- ✓ *O planejamento do grupo para a realização da atividade está funcionando?*
- ✓ *O modo como o grupo está procedendo possibilitará chegar ao objetivo pretendido? Vocês sabem qual é esse objetivo?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais necessários estão de acordo com o previsto inicialmente e serão suficientes para realizar a atividade?*



10. Preenchendo a tabela – parte II

Com as duas primeiras linhas preenchidas [(t) e (S)] vocês podem obter a velocidade para cada tempo correspondente (terceira linha).

- a) Qual a equação que permite determinar a velocidade de um móvel em função do tempo de movimento? (Foi discutido no item 5)
- b) Qual a velocidade inicial desse movimento?
- c) Como calcular a aceleração? Qual a equação?

d) Quais são a posição final (S) e a inicial (S_0) que vamos considerar? A aceleração será determinada considerando todo o trecho ou pequenos trechos? Justifiquem a escolha.

e) A partir do definido calculem a aceleração do rolete.

$a =$

f) Conhecendo a aceleração e considerando-a constante, vamos determinar a velocidade em cada trecho, preenchendo a tabela. (Utilizem o verso da folha para os cálculos)

11. Conversando sobre os resultados

Depois de preencher a tabela, retomem o discutido no item 4, referente ao comportamento da velocidade ao longo do trecho. A partir disso, o que vocês podem afirmar sobre a velocidade?

Considerando essa mesma tabela, o que vocês percebem de diferente no ocorrido com os valores da velocidade e da posição ocupada pelo nosso AUDI?

12. Terceiro PIT STOP. Estamos chegando ao final da atividade e, para isso, dialoguem oralmente com nosso amigo *Cérebro*.

- ✓ Tendo de contar a alguém sobre a aula, vocês se sentiriam em condições de descrever o que foi feito e o resultado encontrado?
- ✓ Tudo funcionou legal na atividade?
- ✓ Na opinião de vocês, algo poderia ter sido feito de forma diferente? Utilizando outro procedimento, por exemplo?
- ✓ Os resultados encontrados permitem responder ao objetivo da atividade?
- ✓ Qual o significado do resultado? Era o esperado pelo grupo?



13. Ao concluir a atividade, pensem em um nome para ela, registrando-o no espaço abaixo.

14. O que os outros grupos encontraram?

Chegou a hora de discutirem com seus colegas o que encontraram, justificando seus resultados. Porém, para isso aguardem o momento em que a professora vai retomar a atividade e solicitar que cada grupo faça sua explanação. Após registrem os comentários finais da atividade realizada.

APÊNDICE J

**Roteiro-guia utilizado na atividade experimental na fase de retorno
à escola**

ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE FÍSICA – 1^o ANO – AEMC 04

1. Analisem as imagens a seguir e vamos discutir o que elas têm em comum.



- O que há em comum entre as imagens?
- O que diferencia a terceira imagem das demais?

2. Na aula de hoje vamos estudar as molas e compreender por que algumas são mais “fáceis” de ser deformadas que outras. Em outras palavras, o objetivo é estudar o comportamento da mola, de modo a obter o valor de sua constante elástica.

3. Para atingir esse objetivo vamos utilizar os materiais e equipamentos apresentados ao lado, os quais vocês precisam identificar com os devidos nomes.



4. Vocês já devem ter percebido que as duas molas são feitas de materiais diferentes e uma se deforma mais facilmente que a outra. Diante desta identificação, discuta com seus colegas de grupo possibilidades de como essas molas vão se comportar quando forem suspensos pesos diferentes. Ou seja, estabeleçam as hipóteses de estudo, que podem ser orientadas pelas questões a seguir:

- Quanto maior o peso suspenso, maior ou menor a deformação na mola?
- De que forma ocorre esta variação peso-deformação?
- Quando suspenso o mesmo peso, as duas molas se deformam da mesma forma?

5. Agora vamos pensar e anotar que conhecimentos (Física) é preciso recordar para realizar esta atividade.

6. Pensando sobre como fazer antes de iniciar! **ATENÇÃO**

- Não realizem a atividade experimental ainda. Apenas pensem em como ela poderá ser feita.
- É preciso ter clareza do objetivo pretendido e dos materiais/equipamentos disponíveis.
- Defina com o grupo qual o procedimento a ser adotado. Para orientar esta etapa, o grupo deve responder às questões que seguem:
 - Como obter a deformação na mola?
 - Como medir esta deformação?
 - Em cada objeto está indicado o valor da massa em gramas. Como obter o peso em Newton?
 - Para obter a constante elástica da mola é adequado fazer uma única medida?

Estabelecendo o procedimento

Com base nas respostas anteriores vocês deverão estabelecer um procedimento para responder ao objetivo desta atividade (cálculo da constante elástica de cada uma das molas).

Antes de iniciar a execução do procedimento vocês devem responder no grupo ao primeiro *Pit stop* para verificar se tudo está compreendido até aqui.

8. Primeiro *PIT STOP!* Pensem sobre o que sabem antes de iniciar atividade, respondendo **oralmente** ao que segue.

- ✓ *Qual o tema em estudo nesta aula? (Do que estamos falando?)*
- ✓ *Vocês entenderam a atividade e estão interessados em realizá-la?*
- ✓ *Sentem-se seguros para iniciar ou é preciso rever algum conhecimento (conceito, fórmula, etc.), ou o procedimento, ou mesmo chamar a professora para algum esclarecimento?*
- ✓ *Lembram-se das atividades realizadas nas aulas anteriores?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais de que irão precisar estão disponíveis ao grupo?*
- ✓ *Há um planejamento sobre como desenvolver a atividade? (Quem vai fazer o quê, por onde começar, como registrar os resultados, etc.)*



9. Executando a atividade

Chegou a hora de iniciar a atividade. Vamos à luta! Sugere-se que para cada mola sejam feitas três medidas com pesos diferentes e, ainda, que os dados obtido para cada mola sejam apresentados na forma de tabela. Fiquem atentos às unidades!!!!

MOLA 1

	Força – F (N)	Deformação – x (m)	Constante elástica – K (N/m)
1			
2			
3			

MOLA 2

	Força – F (N)	Deformação – x (m)	Constante elástica – K (N/m)
1			
2			
3			

É preciso se manter vigilante à atividade que está sendo realizada. Para isso enquanto realizam a atividade, respondam em conjunto com seus colegas ao segundo *Pit stop*.

10. Segundo PIT STOP! Pensem sobre como está andando a atividade antes de preencher a segunda parte da tabela. Para isso respondam **oralmente** ao que segue.

- ✓ *Estão compreendendo o que está sendo feito?*
- ✓ *Por que acham que estão compreendendo?*
- ✓ *Tudo está funcionando de acordo com o previsto?*
- ✓ *Todos estão cientes de suas responsabilidades na atividade e sabem como proceder?*
- ✓ *O planejamento do grupo para a realização da atividade está funcionando?*
- ✓ *O modo como o grupo está procedendo possibilitará chegar ao objetivo pretendido? Vocês sabem qual é esse objetivo?*
- ✓ *Os equipamentos e materiais necessários estão de acordo com o previsto inicialmente e serão suficientes para realizar a atividade?*



11. Conversando sobre os resultados

- a) Os valores obtidos para a constante elástica em cada uma das molas foi o mesmo?
- b) Qual a constante elástica (K) encontrada para cada uma das molas?

Mola 1:

Mola 2:

- c) Voltem às questões apresentadas no item 4 e verifiquem se as hipóteses estabelecidas foram ou não confirmadas.

12. Terceiro PIT STOP. Estamos chegando ao final da atividade e, para isso, dialoguem oralmente com nosso amigo Cérebro.

- ✓ *Tendo de contar a alguém sobre a aula, vocês se sentiriam em condições de descrever o que foi feito e o resultado encontrado?*
- ✓ *Tudo funcionou legal na atividade?*
- ✓ *Na opinião de vocês, algo poderia ter sido feito de forma diferente? Utilizando outro procedimento, por exemplo?*
- ✓ *Os resultados encontrados permitem responder ao objetivo da atividade?*
- ✓ *Qual o significado do resultado? Era o esperado pelo grupo?*



13. Ao concluir a atividade, pensem em um nome para ela, registrando-o no espaço abaixo.

14. O que os outros grupos encontraram?

Chegou a hora de discutirem com seus colegas o que encontraram, justificando seus resultados. Porém, para isso aguardem o momento em que a professora vai retomar a atividade e solicitar que cada grupo faça sua explanação. Após, registrem os comentários finais da atividade realizada.

APÊNDICE K

Teste de conhecimentos específicos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Prezado estudante,

Você está sendo convidado a participar de mais uma etapa da pesquisa referente ao ensino de Física, para a qual já tem colaborado de forma exemplar. Nesse sentido, solicitamos que responda às questões que seguem com a mesma seriedade que tem demonstrado nas etapas anteriores, sendo que para isso deve assinalar a alternativa correta para cada uma das questões apresentada a seguir. Caso não saiba ou não lembre a resposta, deixe-a em branco, sem assinalar nenhuma alternativa.

Mais uma vez reiteramos que não há necessidade de identificação pessoal na folha e que os dados coletados serão analisados no anonimato. Lembramos que sua participação e envolvimento com a pesquisa possibilitarão alcançar os objetivos inicialmente propostos, bem como contribuirão de forma significativa para a qualificação do ensino desta componente curricular.

Desde já agradecemos a cooperação,

Atenciosamente
Cleci T. Werner da Rosa

1. Enquanto o professor escreve com o giz na lousa é correto afirmar que:

- a) o giz está em repouso em relação à lousa.
- b) a lousa está em repouso em relação ao Sol.
- c) o giz está em repouso em relação ao Sol.
- d) a lousa está em movimento em relação à Terra.
- e) o giz está em movimento em relação à mão do professor.

2. A afirmação “todo movimento é relativo” significa que:

- a) todos os cálculos de velocidade são imprecisos.
- b) não existe movimento com velocidade constante.
- c) a descrição de qualquer movimento requer um referencial.
- d) a velocidade depende sempre de uma força.
- e) a velocidade depende sempre da aceleração.

3. Em 1984 o navegador Amyr Klink atravessou o oceano Atlântico em um barco a remo, percorrendo a distância de, aproximadamente, 7000 Km em 100 dias. Nessas condições, sua velocidade média, em Km/h, foi de:

- a) 0,04 b) 70 c) 0,7 d) 29 e) 2,9

4. Com relação a um movimento uniforme, pode-se afirmar que:

- a) o módulo da velocidade escalar é constante no tempo.
 b) o módulo da velocidade escalar diminuiu no tempo.
 c) a velocidade escalar é zero.
 d) o módulo da aceleração é constante no tempo e diferente de zero.
 e) o módulo da aceleração aumenta no tempo.

5. Dizer que um movimento é realizado com uma aceleração constante de 5 m/s^2 significa que:

- a) em cada segundo o móvel se desloca 5m.
 b) em cada segundo a aceleração do móvel aumenta de 5 m/s .
 c) em cada segundo a velocidade do móvel aumenta de 5 m/s .
 d) em cada 5 s a velocidade aumenta 1 m/s .
 e) a velocidade é constante e igual a 5 m/s .

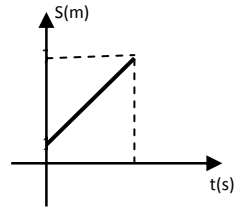
6. Um móvel descreve um movimento retilíneo, sendo que suas posições variam com o tempo de acordo com os dados na tabela a seguir. Nessas condições, é correto afirmar que:

t (s)	1	3	5	7	9	11	13
s (m)	150	250	350	450	550	650	750

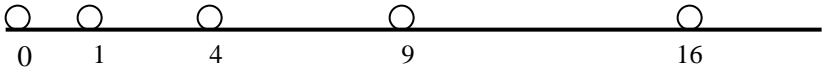
- a) a velocidade escalar do móvel é constante e vale 50 m/s .
 b) a velocidade escalar do móvel não se mantém constante.
 c) a aceleração escalar do móvel é constante e vale 50 m/s^2 .
 d) o movimento é acelerado.
 e) a velocidade escalar média no intervalo de tempo entre 1 e 3 segundos é diferente da velocidade entre 9 e 11 segundos.

7. O gráfico a seguir representa a posição de um móvel em função do tempo. Nessas condições, pode-se afirmar que o gráfico refere-se a um movimento:

- uniforme e retrógrado.
- uniformemente variado e acelerado.
- uniformemente variado e retardado.
- uniforme com velocidade escalar de 10m/s.
- uniforme e progressivo.



8. A figura a seguir é reproduzida a partir da fotografia estroboscópica do movimento de um corpo que partiu do repouso, tirada com intervalo de tempo de 0,5 s. O movimento representado a seguir, apresenta os valores da posição em metros. Nessas condições é possível afirmar que:



- a velocidade escalar média é constante.
- a aceleração escalar média é constante.
- o móvel está freando.
- a aceleração escalar do móvel ao passar pela posição 9 é maior que ao passar pela posição 4.
- a velocidade escalar deste móvel é constante.

9. Um corpo é abandonado em queda livre. Durante a queda é correto afirmar que:

- a cada segundo de movimento sua aceleração aumenta $9,8 \text{ m/s}^2$.
- sua velocidade permanece constante durante a queda.
- sua velocidade permanece zero durante toda a queda.
- a cada segundo de movimento sua velocidade aumenta aproximadamente $9,8 \text{ m/s}$.
- a velocidade final é menor que a inicial.

10. Uma pedra é lançada verticalmente para cima. Desprezando a resistência do ar, pode-se afirmar que o tempo de subida deste copo para atingir a altura máxima depende:

- a) da sua massa.
- b) do seu peso.
- c) da velocidade de lançamento.
- d) da forma do objeto.
- e) do material de que é constituído.