

ENSINO DE FÍSICA E METACOGNIÇÃO: PROPOSTA DIDÁTICA PARA AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

PHYSICS AND METACOGNITION TEACHING: DIDATIC APPROACHES TO EXPERIMENTAL ACTIVITIES

Cleci Werner da Rosa¹; José de Pinho Alves Filho²

¹ Curso de Física - Universidade de Passo Fundo – RS

² Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina – SC

Resumo

O presente trabalho relata uma investigação na qual foi elaborada uma proposta didática para inserção de momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais em Física no Ensino Médio. O objetivo consiste em elaborar um modelo que contemple momentos explícitos para a evocação dessa forma de pensamento, contribuindo de forma mais efetiva para a sua inserção no contexto educacional. Para tanto, parte-se de estudos anteriores nos quais foram identificados os elementos metacognitivos e as ferramentas didáticas de mesma natureza e pertinentes a aproximação com as atividades experimentais em Física. A partir desses estudos e apoiando-se no referencial construtivista, propõe-se, como resultado da investigação, um modelo didático-metodológico para as Atividades Experimentais Metacognitivas, denominadas de “AEMc”. O modelo inclui proposições que permitem ao professor inserir gradativamente esta forma de pensamento nas atividades experimentais, possibilitando uma autonomia crescente de ação e pensamento para os estudantes.

Palavras chave: metacognição – atividades experimentais – física.

Abstract

This paper reports an investigation in which a proposal was prepared for insertion of didactic moments explicit evocation of metacognitive thinking during the course of experimental activities in Physics in high school. The goal is to develop a model that includes explicit moments for the evocation of this form of thought, contributing more effectively to their inclusion in the educational context. To this end, it starts earlier studies in which elements were identified and metacognitive teaching tools of the same nature and relevant approach to the experimental activities in Physics. From these studies and drawing on the constructivist frame, it is proposed as a result of research, teaching and methodological model for Metacognitive Experimental Activities, known as MEA. The model includes propositions that allow the teacher to gradually enter this way of thinking in experimental activities, enabling a growing autonomy of action and thought for the students.

Key words: Metacognition – Experimental Activities - Physics

Introdução

A metacognição tem sido apontada na literatura como alternativa para qualificar o processo ensino-aprendizagem. De forma resumida, ela 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 aprendente.

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.

Contudo, acredita-se que somado ao exposto pelos autores, encontra-se a falta de propostas didáticas que aproximem a metacognição das situações didáticas presentes no ensino. Essa identificação define o objetivo do presente estudo, o qual busca elaborar um modelo de atividades experimentais que contemple momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo. A intenção é contribuir com as discussões sobre a relação da metacognição com o processo ensino-aprendizagem, mostrando alternativas didáticas para sua inserção no contexto escolar, particularmente nas disciplinas científicas.

A necessidade de explicitação desta forma de pensamento é defendida por autores como Chi e colaboradores (1982, 1989) ao mostrarem que esta forma de pensamento apesar de inerente ao ser humano não tem sido evocada espontaneamente pelos estudantes, necessitando de situações didáticas que a tornem explícitas.

Na busca por elaborar uma proposta didática que apresente momentos explícitos de pensamento metacognitivo, o presente trabalho toma por referência estudos desenvolvidos por Rosa e Pinho-Alves (2008, 2009), que embasados em Flavell (1976, 1979) e Flavell, Miller e Miller (1999), entendem a metacognição como 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. Nessa linha, a metacognição, engloba duas componentes: o conhecimento do próprio conhecimento e o controle executivo e autorregulador das ações. A primeira vinculada aos conhecimentos que os indivíduos possuem sobre seus recursos cognitivos e à relação entre eles. A segunda relacionada 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 os ajustamentos para que isso se concretize.

O conhecimento do conhecimento envolve as variáveis pessoa, tarefa e estratégia (FLAVELL; WELLMAN, 1977); o controle executivo e autorregulador encontra-se associado as operações de planificação, monitoração e avaliação (BROWN, 1978, 1987). Tanto as variáveis, como as operações, foram denominadas de “elementos metacognitivos” e pertinentes de serem potencializados nas atividades experimentais desenvolvidas em Física no Ensino Médio, segundo o entendimento deste estudo. Por limitações textuais, opta-se por apresentar o significado de cada um dos elementos metacognitivos conjuntamente com a proposta de atividades experimentais metacognitivas – AEMc, a ser apresentada na continuidade.

O apresentado confere ao estudo um caráter de pesquisa teórica, referindo-se especificamente a uma proposta didática, cuja validação no contexto escolar encontra-se em discussão e será apresentada posteriormente. Para a descrição da proposta inicia-se pela apresentação das etapas constituintes das atividades experimentais, caracterizando seu entendimento dentro da concepção construtivista (MILLAR, 1989; PINHO-ALVES, 2000; BORGES, 2002). Na continuidade, discute-se a operacionalização do modelo proposto na forma de roteiro-guia e os passos que o constituem. A seguir, relatam-se as proposições elencadas para o modelo em estudo, no qual se contemplam três diferentes possibilidades para associar momentos de evocação do pensamento metacognitivo nas atividades experimentais. Ao final são apresentadas as considerações finais do trabalho, destacando a importância do professor neste processo.

Atividades Experimentais Metacognitivas

Inicialmente, considera-se no modelo de AEMc a necessidade do mesmo contemplar etapas, denominadas “pré-experimental”, “experimental” e “pós-experimental” (MILLAR, 1989). A proposta é que em cada etapa encontrem-se presentes questionamentos metacognitivos, considerados orientativos para a evocação do pensamento metacognitivo (ROSA; PINHO-ALVES, 2008). Tais questionamentos, organizados em blocos, devem ser agregados aos roteiros-guia dos professores. A seguir descrevem-se cada uma das etapas.

Considera-se que a primeira etapa de uma atividade experimental deva ser destinada a discussão na forma pré-experimental, da qual integram itens como a pré-teoria, os objetivos, a descrição do material/equipamentos, a formulação de hipóteses e o resgate dos conhecimentos teóricos necessários a atividade. A pré-teoria deve ser entendida como uma espécie de contextualização do conhecimento, na qual o estudante é instigado a buscar seus conhecimentos, abrindo caminho para o desenvolvimento da atividade, o elo entre a atividade experimental e o conhecimento em estudo. Ela pode ser organizada na forma de perguntas sobre o conteúdo, exposição de situações-problema (ou situações-ilustrativas) ou mesmo, uma retomada histórica. O importante é que traga o estudante para atividade, incluindo 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 alunos sejam conduzidos a entender os objetivos propostos pelo professor para a atividade experimental, trata-se de mostrar aos estudantes o conteúdo, estabelecendo contingentes para o estudo. Pode haver um ou mais objetivos, porém todos devem ser 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 pelo professor, 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 a atividade, pois auxiliam o entendimento do objetivo.

Outro aspecto a ser considerado nessa etapa é a necessidade da formulação das hipóteses, as quais devem anteceder a observação a ser realizada, não o contrário. Considera-se que a formulação dessas hipóteses na realização das atividades experimentais construtivistas assume papel de condição indispensável e servem para guiar a realização da atividade, isto é, as atividades experimentais se mostram uma excelente oportunidade de levar os estudantes a fazer apostas e estabelecer inferências sobre o conhecimento. Também representa a oportunidade dos estudantes exporem seus pensamentos e a forma como articularam suas ideias, compartilhando-as com seus colegas e professores. E, ainda, representa a possibilidade de resgate das concepções prévias, permitindo confrontar saberes advindos de seus conhecimentos cotidianos. Além disso, mas, também por isso, as hipóteses possibilitam aos alunos mobilizar os conhecimentos já presentes em suas estruturas cognitivas, construindo-os e reconstruindo-os de forma contínua e progressiva. É uma indicação de que há “algo” a ser testado, no transcorrer da atividade. Contudo, não se quer dizer que a formulação de hipóteses 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.

Para finalizar a proposta dessa etapa, menciona-se a necessidade do planejamento das ações, representando o momento de pensar na execução da atividade. Desta forma, propõe-se 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. 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 presentes na etapa pré-experimental, levando os estudantes a pensarem e planejarem suas ações.

Os itens apresentados 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 como da execução 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. 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.

Para a etapa seguinte, a denominada “experimental”, relacionada a execução da tarefa, vincula-se o elemento metacognitivo monitoração. Executar uma atividade experimental significa operar o planejado, testar hipóteses, 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 seja promovido 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 como com relação a questões operacionais. 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.

Com última etapa, tem-se a pós-experimental, o fechamento da atividade, a conclusão. A proposta é que esta 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 o realizado. 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 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.

Operacionalização das Atividades Experimentais Metacognitivas

Para operacionalizar a proposta 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 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, busca-se facilitar a explicitação dos momentos de evocação do pensamento metacognitivo.

A aposta é por um roteiro-guia pautado nas etapas anunciadas no modelo de AEMc. Os passos apresentados tomam por referência os itens de cada etapa, sofrendo as alterações pertinentes ao conteúdo abordado na atividade experimental. No roteiro-guia proposto, além da presença dos itens, propõe-se a inclusão de 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. A inserção dos guias metacognitivos, 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 nas disciplinas curriculares, o que, por certo, não representará uma novidade para os alunos. Rosa e Pinho-Alves (2008) relatam exemplos de questionamentos metacognitivos associados a cada um dos elementos de mesma natureza, os quais foram tomados por referência para a presente proposta.

Por fim, faz-se necessário descrever os momentos em que se propõe a inserção dos questionamentos metacognitivos. A proposta 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. O primeiro questionamento metacognitivo encontra-se relacionado à tomada de consciência do que os estudantes sabem quanto aos seus conhecimentos, à tarefa, à estratégia e ao planejamento para a atividade. Propõe-se logo ao final da fase pré-experimental, julga-se ser o 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. O segundo questionamento metacognitivo encontra-se associado 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 ele 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. Por fim, o terceiro questionamento metacognitivo, relacionado à operação de avaliação e executado ao final da atividade, 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 pelas 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 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, estabelecendo um movimento de responsabilidades, migrando do professor para os estudantes.

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 seu funcionamento estratégico 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 as inferências e questionamentos para o momento da apresentação do resultado, ao final da atividade.

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 proposições 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.

Considerações finais

A metacognição 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. Tal mecanismo de pensamento é apontado como o diferencial entre os estudantes *experts* e os novatos em Física, conforme destacado nos estudos de Chi e colaboradores (1989). 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. (STERNBERG, 2000).

Diante dessa concepção de metacognição como mecanismo diferencial de pensamento entre os estudantes, buscou-se a possibilidade de sua agregação às atividades experimentais, objetivo principal deste estudo. Tendo consciência de que a metacognição representa um terreno arenoso e que ao ser utilizado em uma investigação requer cuidado, buscou-se demarcar o território para elaborar a proposta de inserção explícita dessa forma de pensamento nas atividades experimentais. Para tanto, vislumbrou-se 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.

A partir desta possibilidade o presente estudo buscou propor uma alternativa de fomentar a aproximação entre professores e pesquisas, proporcionando uma efetiva alternativa de intervenção didática, de modo a subsidiar metodologicamente as ações docentes. A intenção é fornecer subsídios e possibilidades para contribuir na busca por amenizar algumas das dificuldades de aprendizagem em Física, instigando os professores a considerarem o pensamento metacognitivo como favorecedor do aprender.

Por fim, é preciso destacar que este estudo não se encerra nesta pesquisa, pois sua validação *in loco* encontra-se em análise e oportunamente será apresentado, assim como o instrumento de coleta de dados, elaborado especificamente para este estudo. Além disso, é preciso destacar a necessidade de que novos pesquisadores se engajem nesta linha de investigação desenvolvendo novas pesquisas e contribuindo para fomentar as possibilidades e a validade da metacognição enquanto recurso estratégico e favorecedor da aprendizagem.

Referencias bibliográficos

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.

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

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

CAMPANARIO, Juan Miguel. ; OTERO, José C. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

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

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

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.

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

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

_____.; 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.

MILLAR, Robin. Towards a role for experiment in the science teaching laboratory. *Studies in Science Education*, v. 14, p. 109-118, 1987.

PINHO-ALVES, Jose. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ROSA, Cleci W.; 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.

STERNBERG, Roberto J. *Psicologia cognitiva*. Tradução de Maria Regina Borges Osório. Porto Alegre: Artmed, 2000.